

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิสในทะเลหลวงตอนล่าง
และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Annelid Abundance and Diversity in the Lower Thale Luang and Its Environmental Factors

มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์
Mongkolratana Charoenpornthip

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University
2544

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิตในทะเลหลวงตอนล่าง
และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

Annelid Abundance and Diversity in the Lower Thale Luang and Its Environmental Factors

มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์
Mongkolratana Charoenpornthip

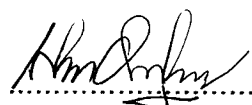
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

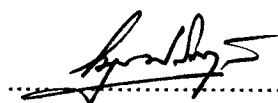
Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University

2544

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความซุกซุนและความหลากหลายของแอนเนลิดาในทะเลหลวงตอนล่าง
และปัจจัยสิ่งแวดล้อม
ผู้เขียน นายมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

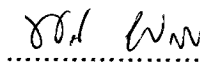

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุพานิช)


..... กรรมการ
(นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร)

คณะกรรมการสอบ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุพานิช)


..... กรรมการ
(นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร)


..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิลป์ ผลพันธ์)


..... กรรมการ
(นายไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิติ ทฤษฎิคุณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างและ
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม
ผู้เขียน นายมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างแอนเนลิดและปัจจัยสิ่งแวดล้อมจากทะเลหลวงตอนล่าง โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน ตั้งแต่เมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 (6 ครั้ง) จำนวน 9 สถานี (11 ซ้ำต่อสถานี) ด้วย Tamura's grab (พื้นที่ 0.05 ตารางเมตร) พบโพลีชีต 20 วงศ์ 44 สกุล 57 ชนิด และ ไฮรูติเนีย ซึ่งมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 22-2,309 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 436 ตัว/ตารางเมตร) มวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.1-15.4 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 1.9 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) ความชุกชุมและความหลากหลายของชนิด พบต่ำสุดและสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ และมีถุนายน ตามลำดับ *Ceratonereis burmensis*, *Nephtys* sp., *Minuspio* sp.1, *Sigambra phuketensis*, *Namalycastis indica*, *Ficopomatus* sp. และ *Pseudopolydora kempfi* พบเป็นชนิดเด่น จากการจัดกลุ่มโครงสร้างของแอนเนลิดตามความคล้ายคลึงกันของสถานีด้วย CLUSTER และ MDS สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ [สถานี 1-2-3-7-8], [4-5] และ [6-9] เมื่อจัดกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันของเดือน สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ [เมษายน], [มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม], [ธันวาคม] และ [กุมภาพันธ์]

นอกจากนี้พบว่า *Cirratulus* sp., *Dorvilleidae*, *Platynereis* sp. เป็นชนิดที่ถูกพบในระดับความชุกชุมที่ต่ำที่สุดทั้งเชิงสถานีและเชิงเวลา อย่างไรก็ตามพบว่าแอนเนลิดที่จัดอยู่ในพวกกินเนื้อ มีความสัมพันธ์กับพวกที่กินซากอินทรีย์ การจัดกลุ่มของปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้วยโปรแกรม PCA ในเชิงสถานีสามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม คือ [สถานี 1-2-3-4-5-8-9] และ [สถานี 6-7] และในเชิงเวลาสามารถจัดได้ 2 กลุ่ม คือ [เมษายน-มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม] และ [ธันวาคม-กุมภาพันธ์] เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของแอนเนลิดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ด้วยโปรแกรม BIOENV พบว่าในเชิงสถานีมีความสัมพันธ์สูงสุดกับ 4 ปัจจัย (% Silt ในโตรเจนรวมในตะกอนดิน ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และอุณหภูมิ) ที่ระดับ 0.74 ในขณะที่ในเชิงเวลามีความสัมพันธ์สูงสุดกับ 5 ปัจจัย (% Silt อินทรีย์ คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ พีเอชตะกอนดินและอุณหภูมิ) ที่ระดับ 0.88 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิดด้วย ABC plots พบว่า สถานี 6 อยู่ในภาวะปกติ แต่เสี่ยงที่จะเกิดมลพิษ สถานี 9 อยู่ในภาวะที่มีมลพิษเล็กน้อยแล้ว ส่วนสถานีอื่นๆ อยู่ในภาวะปกติ

Thesis Title	Annelid Abundance and Diversity in the Lower Thale Luang and Its Environmental Factors
Author	Mr.Mongkolratana Charoenpornthip
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2000

Abstract

Annelid samples from the Lower Thale Luang and environmental data were collected by bimonthly sampling from April 1998 to February 1999 (6 trips) at 9 stations (11 grabs/station) using 0.05 m² grab samples (Tamura's grab). At least 57 polychaete taxa belonging to 44 genera and hirudinea were found. Total abundance ranged between 22-2,309 individuals/m² (x 436 individuals/m²) and wet-weight biomass ranged between 0.1-15.4 g/m² (x 1.9 g/m²) in the study area. Lowest and highest abundance and species diversity were observed in February and June respectively. The predominant polychaetes were *Ceratonereis burmensis*, *Nephtys* sp., *Minuspio* sp.1, *Sigambra phuketensis*, *Namalycastis indica*, *Ficopomatus* sp. and *Pseudopolydora kempfi*. CLUSTER and MDS analysis indicated that 3 groups of stations showed similar results and these were [stations 1-2-3-7-8], [station 4-5] and [station 6-9]. Analysis over time there showed 4 groups : [April], [June-August-October], [December] and [February]. *Cirratulus* sp., Dorvilleidae, *Platynereis* sp. were the least abundant genera over area and time. There was a relationship between numbers of carnivores and detritus feeders. Two groups of environmental factors were identified using PCA for both station-[stations 1-2-3-4-5-8-9] and [station 6-7]-and time-[April-June- August-October] and [December-February]. Analysis of annelid abundance data by station using BIOENV showed the highest correlation value of 0.74 for 4 factors : % Silt, TN, DO, and water temperature. Analysis by time showed the highest correlation value of 0.88 for 5 factors : % Silt, OC, OM, pH of sediment and water temperature. Comparison of trends in species biomass and abundance curves (ABC plots) suggest that station 6 was unpolluted (but marginally polluted), station 9 was weakly polluted and other stations were unpolluted.

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภาณิช และ คุณหญิงยุท
ปรีดาลัมพะบุตร เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ความ
ปรารถนาดีอย่างที่สุด

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธิน และคุณไพโรจน์
สิริมนต์ตาภรณ์ ที่กรุณาตรวจสอบและช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่กรุณาช่วยเหลือค่าใช้จ่ายทุกอย่าง ตลอดจนคอยให้
กำลังใจอย่างหาที่สุดมิได้

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม และภาควิชาวาริชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ บัณฑิตวิทยาลัย คุณอำนาจ ศิริเพชร คุณกานดา เรืองหนู คุณสำราญ สุวรรณ
รัตน์ คุณโสฬส กลิ่นประทุม คุณจิรวัฒน์ ใจหลัก คุณนิพิท ศรีสุวรรณ และคุณพรสวัสดิ์ บุญชัย ที่ช่วย
เหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา กรมประมง ที่กรุณานุเคราะห์ให้ใช้เรือ
ยนต์ พร้อมทั้งพนักงานขับเรือยนต์ ในการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณ อุทยานนกน้ำคูขุด สงขลา กรมป่าไม้ ที่กรุณานุเคราะห์สถานที่พักแรม

ขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง สงขลา กรมประมง ที่กรุณาเอื้อเฟื้อ
สถานที่ตลอดจนการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพ
ในประเทศไทย (BRT 541044) และบัณฑิตวิทยาลัย ที่อุดหนุนทุนสำหรับการวิจัย

ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัว ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจอย่างดียิ่ง จนสำเร็จ
การศึกษา ความดีและผลอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพ
ยิ่ง

มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการภาพประกอบ	(8)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	6
2 วิธีการวิจัย	7
วัสดุและอุปกรณ์และการดำเนินงาน	7
3 ผล	14
4 บทวิจารณ์	53
5 บทสรุป	62
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	73
ประวัติผู้เขียน	78

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1. บทบาทและความชุกชุม (เฉลี่ยตัว/ตารางเมตร) ของแอนเนลิดในแต่ละชนิด	36
2. ความสัมพันธ์ของการแพร่กระจาย (สถานี) ความหนาแน่นสูงสุด และเดือนที่พบ	40-41
3. ค่า univariate ของแอนเนลิดในเชิงสถานี	43
4. ค่า univariate ของแอนเนลิดในเชิงเวลา	43
5. แอนเนลิดชนิดที่มีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มเชิงสถานี ที่สูงกว่า 2 เปอร์เซนต์	46
6. แอนเนลิดชนิดที่มีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มเชิงเวลา ที่สูงกว่า 2 เปอร์เซนต์	48
7. สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละตัวแปรกับประชาคมแอนเนลิด ในเชิงสถานี	49
8. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (weighted spearman) ระหว่างปัจจัย สิ่งแวดล้อมกับแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างเชิงสถานี	49
9. สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละตัวแปรกับประชาคมแอนเนลิดเชิงเวลา	50
10.ค่า Harmonic rank correlation coefficient (weighted spearman) ระหว่างปัจจัย สิ่งแวดล้อมกับแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างเชิงเวลา	50

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง	10
2 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542	16
3 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำเชิงสถานที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress 0.03)	17
4 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำเชิงเวลาที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress 0.03)	18
5 เปอร์เซนต์ Sand, Silt และ Clay แต่ละสถานีในทะเลหลวงตอนล่าง (เมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542)	19
6 พีเอชตะกอนดินในทะเลหลวงตอนล่างเดือนเมษายน 2541 - กุมภาพันธ์ 2542	21
7 อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542	22
8 ปริมาณไนโตรเจนรวมในตะกอนดินในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542	23
9 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินเชิงสถานที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.01)	24
10 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินเชิงเวลาที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)	25
11 การจัดกลุ่มคุณภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงสถานที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.01)	26
12 การจัดกลุ่มคุณภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงเวลาที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)	27
13 ความซุกซุ่มของแอนเนลิตบริเวณทะเลหลวงตอนล่างในแต่ละสถานี	28-29
14 เปรียบเทียบความซุกซุ่มและมวลชีวภาพของแอนเนลิตแต่ละสถานีและภาพรวมเชิงสถานีบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง	33

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
15 เปรียบเทียบความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิตแต่ละเดือนและภาพรวมของแอนเนลิตเชิงเวลา	34
16 การเปลี่ยนแปลงและบทบาทของแอนเนลิตชนิดเด่นบริเวณทะเลหลวงตอนล่างในรอบปี	38
17 แผนโคจรแกรมของการจัดกลุ่มแอนเนลิตและMDS โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)	44
18 แผนโคจรแกรมของการจัดกลุ่มแอนเนลิตและMDS โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster ในเชิงเวลา (Stress=0.03)	47
19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิต (ABC Plots)	52
20 ปริมาณน้ำฝนที่ตกบริเวณทะเลหลวงตอนบนและตอนล่าง ปี 2541-2542	54
21 ABC plots (Warwick, 1986 : 558)	61

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทะเลสาบสงขลาเป็นระบบลากูน (lagoon) ที่ใหญ่ที่สุดของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยค้ำถามมากมาย ที่ยังต้องการคำอธิบายโดยวิธีธรรมชาติและสังคมวิทยา (Kuwabara, 1995 : 1) อีกทั้งเป็นแหล่งน้ำตื้นที่มีศักยภาพสูงในการหล่อเลี้ยงชีวิตคนในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงมาช้านาน โดยเฉพาะในแง่ของอาหารซึ่งมีทั้งกุ้ง หอย ปู ปลา ตลอดจนพืชและสัตว์ชนิดอื่นๆ อีกมาก และยังเป็นแหล่งอาชีพที่สำคัญอีกด้วย ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำที่มีความลึกมากๆ จะมีผลผลิตของแหล่งน้ำต่ำกว่าบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำตื้น (Mann, 1980 : 104) ซึ่งจากการศึกษาของ Lindegaard (1994 : 313-322) พบว่าในทะเลสาบน้ำตื้นมีผลผลิต ทุติยภูมิที่เป็นสัตว์หน้าดินมาก โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่ฝังตัวอยู่ในดิน (infauna) เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของปลาหน้าดิน จากการประเมินผลการจับสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาของอังสุณีย์ ชุณหปราณ, จุฬารัตน์ รัตน์ไชย และอาภรณ์ มีชูพันธ์ (2539 : 7-27) ปี 2537-2538 พบว่าบริเวณทะเลหลวงตอนล่างสัตว์น้ำถูกจับขึ้นมาได้ 4,460,600 กิโลกรัมต่อปีซึ่งมากกว่าที่จับได้จากทะเลหลวงตอนบน ทะเลน้อย และทะเลสาบสงขลาตอนนอกและยิ่งกว่านั้นทะเลหลวงตอนล่างยังเป็นแหล่งทรัพยากรสัตว์น้ำที่สำคัญคือกุ้งก้ามกรามอีกด้วย ขณะนี้บริเวณทะเลสาบสงขลามีการใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงปลากะพงขาวและกุ้งทะเลกันอย่างหนาแน่น ทะเลสาบสงขลาจึงรับเอาสารแขวนลอยและน้ำทิ้งจากชุมชนบริเวณรอบๆ ลงมา และยิ่งกว่านั้นการเติบโตอย่างรวดเร็วของเมืองหาดใหญ่และสงขลา น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและโรงงานแช่แข็งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษในทะเลสาบสงขลา (Yamaguchi, 1995 : 51)

ในการติดตามศึกษาผลกระทบของการเกิดมลพิษ จากการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเล มักใช้การเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในการตรวจสอบกันอย่างกว้างขวาง (Henderson and Ross, 1995 : 659) โดยเฉพาะแอนเนลิด (annelid) ซึ่งมีโพลิซิดเป็นชนิดที่มีความสำคัญและมักเป็นองค์ประกอบที่เด่นของสิ่งมีชีวิตในทะเลและ เอสทูรี (estuaries) อีกทั้งมีความหลากหลายของประเภทการกินอาหารด้วย ซึ่งส่วนใหญ่กินอาหารแบบกรองหรือกินซากอินทรีย์ สำหรับโพลิซิดที่กินซากอินทรีย์นั้นมีผลต่อผิวดตะกอนเนื่องจากการขุดรื้อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำบริเวณที่อาศัย (APHA, AWWA and WEF, 1995 :8501) นอกจากนี้พบว่า แอนเนลิดหลายๆ ชนิดอาศัยอยู่ทั่วทุกแห่งในโลก และเป็นสัตว์หน้าดินที่พบได้บ่อยๆ ในสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่างๆ ซึ่งลักษณะการกระจาย ความชุกชุมและโครงสร้างที่มีความหลากหลายของกลุ่มแอนเนลิดมัก

ถูกใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำและความสมบูรณ์ทางชีวภาพของระบบนิเวศในน้ำ (Klemm, 1985 : 1)

สำหรับการใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีชี้บ่งภาวะมลพิษจากสารอินทรีย์ (indicator of organic pollutant) นั้นมีมาหลายทศวรรษแล้ว (Rosenberg, 1976 : 414-417 ; Wu, 1982 : 253-269 ; Hawthorne and Dauer, 1983 : 193-205 ; Brown, Gowen and Mclusk, 1987 : 39-51 and Ferraro *et al.*, 1991 : 383-407) นอกจากนี้ Quijón and Jaramillo (1993 : 665) ศึกษาพบว่า ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณตะกอนดินประเภท muddy-sand มีความหลากหลายสูงกว่าบริเวณตะกอนดินประเภท sand อย่างไรก็ตามการปล่อยน้ำทิ้งประเภทอินทรีย์ และอนินทรีย์ สารลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดการสะสมในพื้นดินและเกิดการย่อยสลายทำให้สภาพพื้นดินเสื่อมลงและสัตว์หน้าดินจึงสูญหายไปด้วย (Kikuchi, 1991 : 145) จากการศึกษาของ Angsupanich and Kuwabara (1999 : 10) พบว่าบริเวณที่อยู่ใกล้จุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้ง พบสัตว์หน้าดินน้อยมาก และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะทางที่ห่างจากมลพิษอินทรีย์และสูงกว่าเมื่อผ่านจุดอีโคโทน (ecotone) ไปแล้ว

สำหรับการศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาในอดีตมีการศึกษาบ้างแล้ว (สวัสด์วงศ์สมนึกและ สมชาติ สุขวงศ์, 2511 : 41-75, 2513 : 231-261 ; ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540ก : 1-37 ; Angsupanich and Kuwabara, 1995 : 115-125, 1999 : 1-13) เป็นการรายงานเฉพาะความอุดมสมบูรณ์แต่ไม่มีรายงานด้านความหลากหลายถึงระดับสกุล หรือ สปีชีส์ จึงได้ศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาของแอนเนลิดาที่มีอยู่ในทะเลสาบสงขลา โดยเน้นเฉพาะพวกโพลีชีตซึ่งมักชุกชุมอยู่ในดินและมีบทบาททำให้ออกซิเจนแพร่ผ่านลงในตะกอนระดับลึกได้ (Diaz and Rosenberg, 1995 : 245-303) โพลีชีตชนิดที่มีขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในท่อมมีบทบาทสำคัญต่อการแพร่กระจายของสารอาหารจากตะกอนไปสู่มวลน้ำ (Barbanti *et al.*, 1992 : 475-487) อีกทั้งการชุกชุมของโพลีชีตเป็นการเสริมให้มีการกวนตะกอนและทำให้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ อาจแพร่กระจายออกจากตะกอนได้ดีอีกด้วย (Trevor, 1976 : 307-319)

นอกจากนี้ลักษณะเฉพาะหลาย ๆ ประการของประชาคมสัตว์หน้าดิน [ความหลากหลายของชนิด (species diversity) ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (species richness) การกระจายตัวของชนิดในองค์ประกอบ องค์ประกอบของชนิด และการเปลี่ยนแปลงความชุกชุม] มักถูกใช้ในการประเมินถึงความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมในเอสทูรี อันเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Hawthorne and Dauer, 1983 : 201) หากเกิดผลกระทบต่อแหล่งสัตว์หน้าดิน และคุณภาพน้ำในระยะยาวจะทำให้พื้นที่หาอาหาร และอนุบาลของปลาและกุ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจลดลงและมูลค่าทางเศรษฐกิจก็ลดลงด้วย (Llanos, 1992 : 513) การศึกษาครั้งนี้ นอกจาก จะทราบถึงความชุกชุมและความหลากหลายของโพลีชีตแอนเนลิดาแล้วยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญทางนิเวศวิทยาในแง่หนึ่งของทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำไปสู่การพิจารณาในการจัดการสิ่งแวดล้อมในทะเลสาบสงขลาให้ได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืนตลอดไป

การตรวจเอกสาร

ทะเลสาบสงขลา มีลักษณะเป็นระบบทะเลสาบแบบลากูนขนาดใหญ่อยู่บริเวณชายฝั่ง ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ $7^{\circ}08' N$ และ $7^{\circ}50' N$ ลองจิจูดที่ $100^{\circ}07' E$ และ $100^{\circ}37' E$ ซึ่งเป็นลากูนที่มีทางติดต่อกับทะเลทางเดียว ในลากูนได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ น้ำฝน หรือน้ำหลากจากบนบก มีน้ำขึ้นน้ำลงไม่มาก เป็นทะเลสาบเพียงแห่งเดียวของประเทศไทยมีพื้นที่ 1,047 ตารางกิโลเมตร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน (Brohmanonda and Sungkasem, 1982 : 59-61) คือ

1. ทะเลน้อย (Thale Noi) เป็นส่วนตอนบนสุด มีพื้นที่ประมาณ 29.58 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตจังหวัดพัทลุง
2. ทะเลสาบตอนในหรือตอนกลาง (Inner Lake หรือ Middle Lake) เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุด อยู่ถัดจากทะเลน้อยลงมาทางใต้ ซึ่งมักเรียกส่วนนี้ว่า “ทะเลหลวง” (Thale Luang) มีพื้นที่ 832.93 ตารางกิโลเมตรชายฝั่งตะวันตกอยู่ในเขตจังหวัดพัทลุงและชายฝั่งตะวันออกอยู่ในเขตจังหวัดสงขลา
3. ทะเลสาบตอนนอก หรือทะเลสาบ (Outer Lake หรือ Thale Sap) เป็นส่วนล่างสุด มีทางเปิดสู่ทะเล มีพื้นที่ประมาณ 183.49 ตารางกิโลเมตร อยู่ในจังหวัดสงขลา จึงมักเรียกว่า “ทะเลสาบสงขลา” (Thale Sap Songkhla)

ทะเลหลวงอาจจะแบ่งตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ทะเลหลวงตอนบนซึ่งมีอาณาเขตตั้งแต่ส่วนล่างสุดของทะเลน้อยลงมาถึงตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสดินธุ์ และทะเลหลวงตอนล่าง มีอาณาเขตตั้งแต่ตำบลเกาะใหญ่ลงมาถึงตำบลปากอ อำเภอสิงหนคร ซึ่งทะเลหลวงตอนล่างนั้นมีความซับซ้อนและแยกพื้นน้ำออกเป็น 2 สายโดยเกาะขนาดใหญ่ 3 เกาะ ได้แก่ เกาะใหญ่ เกาะหมาก และเกาะนางคำ นอกจากนี้ยังมีคลองเชื่อมติดต่อกันหลายสายจนถึงตอนล่างของทะเลสาบ (Kuwabara 1995 : 1-13)

APHA, AWWA and WEF (1995 : 10500) ได้อธิบายไว้ว่า สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (benthic macroinvertebrates) เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในหรือบนผิวตะกอนดินหรือพื้นแบบอื่นๆ บริเวณระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด เอสทูรี และทะเล ตลอดทั้งชีวิตหรือช่วงหนึ่งของวงจรชีวิต อาจจะขุดรูอยู่ สร้างท่อ หรือสร้างรัง หรืออยู่บริเวณผิวดินหรือยึดเกาะกับหิน หรืออยู่ในซากอินทรีย์ที่ทับถมกันและวัสดุอื่นๆ หรือเจาะรูอยู่อย่างอิสระบริเวณพื้นที่อาศัย อีกทั้งสัตว์หน้าดินมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กที่มองเห็นได้ยากไปจนถึงขนาดใหญ่ที่มองเห็นได้ชัดเจน อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ตามขนาดลำตัว ลักษณะการกินอาหาร และที่อยู่อาศัยขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา Mann (1980 : 106) แบ่งสัตว์หน้าดินตามลักษณะที่อยู่อาศัยได้ 2 กลุ่ม คือ epifauna หมายถึงพวกที่อยู่ตามพื้นผิวดิน ประกอบด้วย พวกที่เคลื่อนที่อยู่บนผิวดินกับพวกที่เกาะติดอยู่กับวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งคือ infauna หมายถึงพวกที่ฝังตัวอยู่ในดินหรือในตะกอนโดยการขุดรู เช่น พวกแอนเนลิด และยังแบ่งสัตว์หน้าดินตามขนาดได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ macrofauna คือ กลุ่มที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป meiofauna คือ กลุ่มที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1-0.5 มิลลิเมตร และ microfauna คือ กลุ่มที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร Henderson and Ross (1995 : 659) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของ

ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีการใช้ในการติดตามตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากการปล่อยมลพิษลงสู่สิ่งแวดล้อมในทะเลกันอย่างกว้างขวาง ปริมาณสัตว์หน้าดินจะเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม และดินตะกอน (Rosenberg, 1976 : 422)

Angsupanich and Kuwabara (1995 : 120-124) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกระหว่างปี ค.ศ.1991-1993 พบว่าความชุกชุมและองค์ประกอบของชนิดโดยทั่วไปมีมากในช่วงหลังมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม) และลดลงอย่างเด่นชัดในช่วงกลางฤดูฝน (ธันวาคม) ภายใต้อิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ความแตกต่างของประชาคมไม่ใช่มีผลจากความแตกต่างขององค์ประกอบของตะกอนดินเพียงอย่างเดียวแต่จากการเปลี่ยนแปลงของความเค็มด้วย ในปี ค.ศ.1993 ผลผลิตของสัตว์หน้าดินลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่ในบางสถานี (สถานี 3) มีเปอร์เซ็นต์ของโพลีชีตและโอลิโกชีต (oligochaetes) เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อาจะเนื่องมาจากน้ำทิ้งของบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเป็นไปได้ว่ามีผลจากความแตกต่างของปริมาณฝน และในปี ค.ศ.1994-1995 ศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ในคลองพะวงและคลอง อู่ตะเภา ซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบสงขลา พบว่ามีความแปรผันของชนิดและการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมมีความชัดเจนทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง แต่การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมีความซับซ้อนมาก ยากที่จะให้เห็นรูปแบบที่มีลักษณะเฉพาะของประชาคมที่ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงของแต่ละคลอง โดยพบความหลากหลายของชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้นไปจนถึงส่วนล่างของลำน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเค็มที่สูงขึ้น และสัตว์หน้าดินทั้งสองคลองมีลักษณะคล้ายกับเอสทูรีอื่นๆ คือประชากรจะลดลงในฤดูฝน (Angsupanich and Kuwabara, 1999 : 10-12)

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในคลอง Buckingham โดย Prabhadevi and Ayyakkannu (1989 : 80-85) พบว่ามีความสัมพันธ์กับดินตะกอน อินทรีย์คาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม และออกซิเจนที่ละลายในน้ำ นอกจากนี้ความ ชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับทราย ดินร่วน ดินเหนียว และอินทรีย์คาร์บอนอีกด้วย ในขณะที่ Merilaeinen (1988 : 227-292) รายงานว่า ความสัมพันธ์ของน้ำจืดที่ไหลจากแผ่นดินกับน้ำทะเลเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินในเอสทูรี

Quijo'n and Jaramillo (1993 : 665) ศึกษาพบว่าความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ที่อาศัยบริเวณโคลนปนทรายมีการแปรผันมากกว่าบริเวณตะกอนทราย และยังพบอีกว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์สิ่งแวดล้อมและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณโคลนปนทรายมีค่าสูงกว่าบริเวณตะกอนทรายด้วย Kikuchi (1991 : 145) พบว่าการปล่อยน้ำทิ้งประเภทอินทรีย์ และอนินทรีย์สาร ลงสู่แหล่งน้ำเกิดการสะสมบริเวณพื้นดิน และปริมาณออกซิเจนลดลง เนื่องจากเกิดการย่อยสลายทำให้สภาพพื้นดินเสื่อมลงและสัตว์หน้าดินก็สูญหายไปด้วย

แอนเนลิดหลายชนิดสามารถพบได้ทุกแห่งทั่วโลก นับเป็นสัตว์หน้าดินที่พบหลากหลายในสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำ ซึ่งลักษณะการกระจาย ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิดนี้มักถูกใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ และความสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำ (Klemm,

1985 :1) ประชาคมสัตว์หน้าดินได้รับการพิจารณาเป็นดัชนีทางชีวภาพที่ดีที่สุดสำหรับการตรวจสอบมลพิษในสิ่งแวดล้อมทางทะเล และเอสทูรี (Wass, 1967 : 271-281)

สัตว์หน้าดินพวกโพลีชีต มักใช้เป็นตัวบอกระดับบริเวณที่มีมลพิษ (Kikuchi, 1991 : 149) Warren (1984 : 238) รายงานว่า โพลีชีตกลุ่มที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงจำนวนมากสามารถดำรงชีพในบริเวณที่มีออกซิเจนต่ำได้ เพราะว่ามีพื้นที่ผิวสัมผัสขนาดใหญ่ทำให้ออกซิเจนสามารถซึมผ่านผนังของร่างกายได้ทั่วตัว

Ajao and Fagade (1990 : 237) ศึกษาในเวศวิทยาของ *Capitella capitata* ในลากอส ลากูน (lagos lagoon) พบว่าความชุกชุมมีอิทธิพลจาก silt-clay อินทรีย์วัตถุ ปริมาณโลหะในตะกอนและไฮโดรคาร์บอนด์ ทั้งนี้สัตว์ในเอสทูรีส่วนใหญ่จะมีการปรับตัวให้อดทน เพื่ออาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ความเค็มและปริมาณออกซิเจนที่แปรผันได้ในช่วงกว้าง (Theede et al., 1969 : 325) แต่ถ้าหากมีผลกระทบต่อนิสัต์หน้าดินที่รุนแรงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ลดลง หรือสูญเสียไปจะมีผลทำให้ปลาหน้าดินเสื่อมโทรมลงหรือหมดไปด้วย (Llanso', 1992 : 513)

จากการศึกษาทะเลสาบสงขลาตอนในของสวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสมชาติ สุขวงศ์ (2511 : 41-50) พบว่า ลักษณะดินพื้นก้นทะเลจัดอยู่ในประเภท Clay loam และ Silt clay loam มีอินทรีย์วัตถุ 2.1 เปอร์เซ็นต์ มีความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในทะเลหลวงและทะเลน้อย 5 ฟุต 30 วงศ์ 31 ชนิด ได้แก่ ไฟล์ม Nematoda, Nemertea, Annelida, Arthropoda และ Mollusca โดยในทะเลหลวงมีค่ามวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินเฉลี่ย 20.4 กรัมต่อตารางเมตร และบริเวณทะเลน้อยมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 0.2 กรัมต่อตารางเมตร และพบว่าจำนวนชนิดและปริมาณมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์ (2540ก : 27-33) รายงานผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา พบว่าสัตว์หน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเลในไฟล์ม แอนเนลิดานั้นมีความเด่นในด้านความหลากหลายของชนิด ซึ่งมีถึง 19 วงศ์ และพบว่าคุณภาพของตะกอนดินมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของสัตว์หน้าดินน้อย อย่างไรก็ตามพีเอช ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาตามลำดับ ประชาคมสัตว์หน้าดินมักถูกใช้ในการประเมินถึงความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมใน เอสทูรีอันเกิดจาก กิจกรรมของมนุษย์ (Hawthorn and Dauer, 1983 : 201) หากเกิดผลกระทบต่อนิสัต์หน้าดิน และคุณภาพน้ำในระยะยาวจะทำให้พื้นที่หาอาหาร และอนุบาลลูกปลาและกุ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจลดลงและมูลค่าทางเศรษฐกิจก็ลดต่ำลงด้วย (Llanso', 1992 : 513)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในฟิลัมแอนเนลิดา บริเวณทะเลหลวงตอนล่าง
2. ศึกษาความแปรผันตามฤดูกาลของจำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินในฟิลัมแอนเนลิดา บริเวณทะเลหลวงตอนล่าง
3. ศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของน้ำและดินตะกอน ที่มีความสัมพันธ์ต่อสัตว์หน้าดินในฟิลัมแอนเนลิดา

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์ (ผนวก 1)

1.1 อุปกรณ์สำรวจพื้นที่

1.1.1 เรือยนต์

1.1.2 เครื่อง GPS (Global Positioning System) รุ่น Garmin GPS 50 Personal NavigatorTM

1.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ

1.2.1 กระบอกเก็บน้ำแบบ Rutter's flushed sampler

1.2.2 ขวดแก้ว (BOD) ขนาด 300 มิลลิลิตร

1.2.3 ขวดพลาสติก ขนาด 1 ลิตร

1.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

1.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

1.3.2 เครื่องมือวัดความเค็ม Salinity meter รุ่น SAL 50 ซึ่งรายงานหน่วยวัดเป็น PSU (Practical Salinity Units) (Grasshoff, Ehrhardt and Kremling, 1983 : 31-35)

1.3.3 เครื่องมือวัดพีเอชของน้ำ (pH meter)

1.3.4 เครื่องชั่ง

1.3.5 Vacuum pump

1.3.6 ตู้อบ

1.4 อุปกรณ์เก็บตะกอนดินและสัตว์หน้าดิน

1.4.1 เครื่องมือเก็บดิน แบบ Tamura's grab

1.4.2 ตะแกรงร่อน ขนาดตา 5 มม., 1 มม. และ 0.5 มม.

1.4.3 ปากคีบปลายแหลม

1.4.4 ถังพลาสติกใส่ดิน

1.5 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดิน

1.5.1 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ อินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนรวม ในดิน และองค์ประกอบของดิน

1.5.2 เครื่องมือวิเคราะห์ไนโตรเจนรวมในดิน

1.5.3 เครื่องมือวัดพีเอช (pH meter)

1.5.4 ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) ชนิดประเมินผลเนื้อดิน

1.5.5 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

1.6 อุปกรณ์ศึกษาแอนเนลิด

1.6.1 กล้องจุลทรรศน์ แบบ stereo microscope และ compound microscope

1.6.2 เครื่องชั่ง

1.6.3 ปากคีบปลายแหลม

1.7 อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูล

1.7.1 คอมพิวเตอร์

2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ระหว่างเส้นพิกัดที่ $7^{\circ} 08' N$ ถึง $7^{\circ} 50' N$ และ $100^{\circ} 07' E$ ถึง $100^{\circ} 37' E$ (ภาพประกอบ 1) ซึ่งเป็นบริเวณทะเลหลวงตอนล่างโดยกำหนดอาณาเขตตั้งแต่ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสมัญญ์ ลงมาทางใต้จนถึงตำบลปากกรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา รวมพื้นที่ประมาณ 390 ตารางกิโลเมตร (รวมพื้นที่เกาะต่างๆ)

3. การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างและสภาพทางกายภาพของสถานีเก็บตัวอย่าง

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 9 สถานี ซึ่งแต่ละสถานีมีระยะห่างกันค่อนข้างสม่ำเสมอ ทั้งนี้กำหนดโดยอาศัยสภาพทางภูมิศาสตร์เป็นเกณฑ์ การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งใช้ GPS ช่วยในการค้นหาสถานีตามที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้ คือ

สถานี 1 บ้านแหลมจาก ($7^{\circ} 16' 29'' N$ และ $100^{\circ} 25' 19'' E$) เป็นสถานีที่อยู่ส่วนล่างของทะเลหลวงก่อนที่จะเปิดสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก ลักษณะพื้นที่มีเครื่องมือประมงประเภทไช้หนึ่ง วางเรียงรายทั่วไปบริเวณโดยรอบเป็นที่ราบ มีป่าชายเลน มีพืชพวก ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) และโพธิ์ทะเล (*Thespesia populnea*) ขึ้นอยู่ประปราย มีนาข้าว ต้นตาล และนาุ้ง

สถานี 2 บ้านเกาะนางคำ ($7^{\circ} 21' 09'' N$ และ $100^{\circ} 24' 35'' E$) ลักษณะพื้นที่มีเครื่องมือประมงประเภทไช้หนึ่ง วางเรียงรายทั่วพื้นที่ บริเวณโดยรอบมีชุมชนกลุ่มเล็กๆอยู่บริเวณเชิงเขาตติริมน้ำ ภูเขาถูกขุดดินออกไปบางส่วน

สถานี 3 บ้านนาคราช ($7^{\circ} 23' 28'' N$ และ $100^{\circ} 21' 55'' E$) อยู่ระหว่างเกาะโคบกับเกาะนางคำ แต่ก่อนมาทางเกาะนางคำ มีเครื่องมือประมงประเภทไช้หนึ่ง และพืชพวก กระจุต (*Lepironia* sp.) ขึ้นประปราย มีบ้านเรือนกระจายประมาณ 10 หลังคาเรือน มีนาุ้ง

สถานี 4 บ้านเกาะโคบ ($7^{\circ} 29' 17'' N$ และ $100^{\circ} 24' 34'' E$) ลักษณะพื้นที่ มีกระจุต สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla* sp.) และติปลิ้นน้ำ (*Pomatogeton mucronatus* Presl) ขึ้นเป็นหย่อมๆ ทั่วพื้นที่ มีไช้หนึ่งประปราย บริเวณโดยรอบเป็นที่ราบมีป่าชายเลน มีพืชพวก ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) หวายลิง (*Flagellaria indica*) ประทุม (*Acrostichum speciosum*) และอื่นๆ

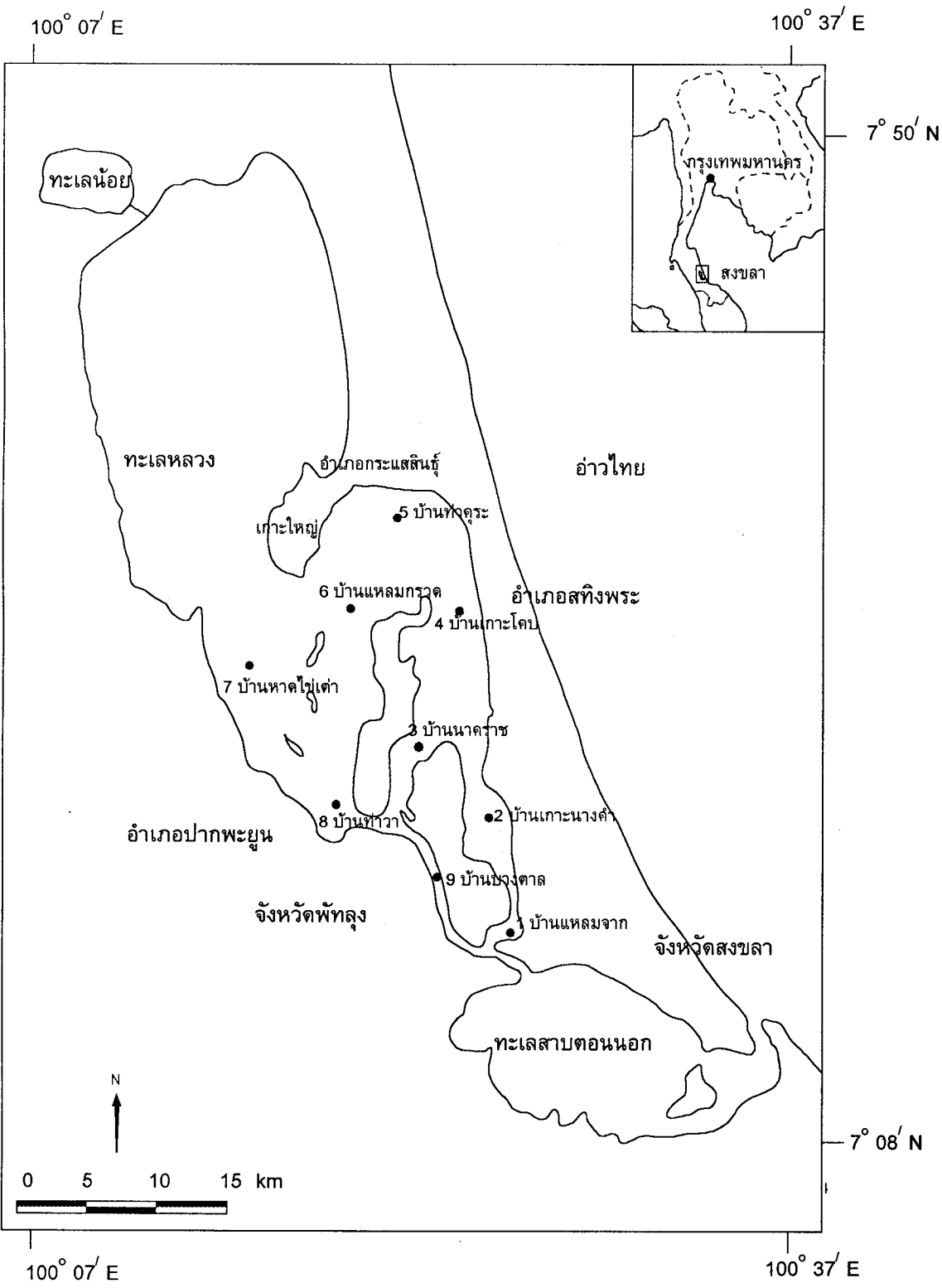
สถานี 5 บ้านท่าคุระ ($7^{\circ}32' 56''$ N และ $100^{\circ}23' 30''$ E) ลักษณะพื้นที่มีเครื่องมือประมงน้อย บริเวณโดยรอบเป็นป่าชายเลนมีต้นลำพู เป็นพืชชนิดเด่น มีชุมชนขนาดเล็ก มีพื้นที่นาทุ่งน้อย

สถานี 6 บ้านแหลมกรวด ($7^{\circ}30' 02''$ N และ $100^{\circ}19' 22''$ E) ลักษณะพื้นที่มีเครื่องมือประมงกระจายทั่วไป อยู่ใกล้เกาะสี่ เกาะห้า บริเวณตอนเหนือ พื้นดินประกอบด้วยกรวดเป็นส่วนใหญ่ เป็นแหล่งอาศัยของหอยกะพง (*Brachidontes arcuatus*)

สถานี 7 บ้านหาดไข่เต่า ($7^{\circ}25' 46''$ N และ $100^{\circ}19' 22''$ E) ลักษณะพื้นที่มีพืชน้ำจืดกระจายทั่วพื้นที่ มีชุมชนขนาดกลางอยู่บนพื้นที่ราบชายฝั่ง

สถานี 8 บ้านท่าวา ($7^{\circ}21' 34''$ N และ $100^{\circ}19' 17''$ E) อยู่ลงมาจากตอนใต้ของเกาะสี่ เกาะห้า ลักษณะพื้นที่มีเครื่องมือประมงไชนั่งหนาแน่นอยู่ใกล้ชุมชนปากพูน ซึ่งเป็นชุมชนขนาดใหญ่

สถานี 9 บ้านบางตาล ($7^{\circ}18' 34''$ N และ $100^{\circ}23' 01''$ E) ลักษณะพื้นที่อยู่ในลำคลอง บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่เลี้ยงกุ้งอย่างหนาแน่น ริมคลองมีการเลี้ยงปลากระพงขาวและปลานิลแดงในกระชัง มีป่าชายเลนโดยมีต้นลำพู เป็นชนิดเด่น นอกจากนั้นมี โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) กระจุต ปรงหนู ลำมะหว่า (*Clerodendrum inerme*) และ เหงือกปลาหมอ (*Acanthus ebracteatus*) เป็นต้น



ภาพประกอบ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง

4. การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

ทำการหาค่าพารามิเตอร์ทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินจำนวน 3 ซ้ำต่อสถานีโดยวัดเฉพาะที่ระดับความลึกเหนือผิวดินไม่เกิน 50 ซม. ยกเว้นการวัดความลึก การวัดความลึกโดยใช้ลูกตึง เก็บน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบ Rutter's flushed sampler ขึ้นมาบนเรือและทำการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทันที ได้แก่ อุณหภูมิหาค่าด้วยเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) พีเอช หาค่าด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH meter) และหาค่าความเค็มด้วย Salinity meter รุ่น SAL 50 ซึ่งรายงานหน่วยวัดเป็น PSU (Practical Salinity Units) ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำนำตัวอย่างกลับไปยังห้องปฏิบัติการ หาค่าด้วยวิธี อบแห้งที่อุณหภูมิ 103–105 °C (APHA-AWWA and WEF, 1995 : 2540) และหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ด้วยวิธี Azide-modification method (APHA-AWWA and WEF, 1995 : 4500)

5. การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วย Tamura's grab ทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน 3 ซ้ำต่อสถานีใส่ถุงพลาสติกเก็บในที่ร่มแล้วนำกลับไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วัดขนาดอนุภาคเม็ดดิน (soil texture) ด้วยวิธี Hydrometer method (Gee and Bauder, 1986 : 383-412) วัดปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ ด้วยวิธีของ Walkley and Black, 1934 : 29-38) วัดไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธี Kjeldahl (Bremner and Mulvaney, 1982 : 595-624) และค่าพีเอชในดินตะกอน ด้วยวิธี Electrometric method (Page, Baker and Keeney, 1982 : 208)

6. การศึกษาแอนเนลิด

เก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน (รวม 6 ครั้ง) เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2541 ถึงกุมภาพันธ์ 2542 ทั้งนี้ได้ยึดข้อมูลของ กองภูมิอากาศ (2532) ซึ่งระบุว่าฤดูร้อนอยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนตกน้อย (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) อยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูฝนตกหนัก (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) อยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

สำหรับการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีโดยดัดแปลงวิธีการของ Ferraro *et al.*, (1991 : 384-386) และ McIntyre ; Elliott and Elliss (1984 : 1-26) และข้อเสนอแนะของ McIntyre, Elliott and Elliss (1984 : 1-26) ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วย Tamura's grab (พื้นที่ 0.05 ตารางเมตร) สถานีละ 11 grab (ซ้ำ) เพื่อให้ได้ตัวอย่างครอบคลุมทั้งจำนวนชนิดและจำนวนตัวแล้วร่อนตัวอย่างแต่ละgrab ด้วยตะแกรงที่มีขนาดตา 5 มม., 1 มม. และ 0.5 มม. แล้วเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วยน้ำยา formalin 10% ผสม rose bengal ซึ่งมีพีเอชเป็นกลางโดยปรับค่าด้วยบอแรกซ์ (Borex) นำกลับมาที่ห้อง ปฏิบัติการทำการแยกตัวอย่างออกจากเศษขยะหรืออื่นๆ (sorting) จากนั้นย้ายไปเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (Angsupanich and

Kuwabara, 1995 : 115) นำไปจำแนกออกเป็นไฟลัม และในไฟลัมแอนเนลิดาจำแนกจนถึงระดับสกุล และ/หรือสปีชีส์โดยเน้นในกลุ่มโพลีชีต นับจำนวนตัวแต่ละชนิดในแต่ละ grab ซึ่งน้ำหนักเปียกของตัวอย่างแต่ละชนิดในแต่ละ grab ส่วนแอนเนลิดกลุ่มอื่นอาจจะจำแนกถึงระดับวงศ์ ในการจำแนกแอนเนลิดานั้นได้ทำการ dissect ส่วนต่างๆของสัตว์แต่ละตัวแล้วศึกษาเปรียบเทียบกับเอกสารต่างๆ เช่น Fauvel, 1932 ; Imaizima and Hartman, 1964 ; Day, 1967a, 1967b ; Fauchald, 1977 ; Dauvin, Laubier and Reish, 1994 ; Hutchings and Murray, 1984 ; Hayward and Ryland, 1995 ; Blake, Hilbig and Scott, 1995 เป็นต้น

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้ โปรแกรม PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) เมื่อทำการจำแนกตัวอย่างสัตว์หน้าดินกลุ่มโพลีชีตและวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดินตะกอน เสร็จแล้วบันทึกข้อมูลไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel 2.1 จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Primer 4.0b ตามวิธีของ Clarke and Warwick (1994) ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมย่อยคำนวณค่าทางสถิติ และดัชนีต่างๆ ดังนี้

7.1 จัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินและน้ำ (Principal Components Analysis, PCA) โดยนำค่าเฉลี่ยของแต่ละเดือนแต่ละสถานีมาสร้างภาพ 2 มิติ ด้วยโปรแกรม PCA

7.2 วิเคราะห์ univariate indices ของประชาคมแอนเนลิด ได้แก่ Shannon-Wiener's diversity index, species richness และ evenness ของแต่ละสถานี แต่ละเดือนด้วยโปรแกรม DIVERSE ดรรชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

7.2.1 Shannon-Wiener's Index (H')

มีคุณสมบัติสองประการ คือ

H' เท่ากับ 0 เมื่อในตัวอย่างมีเพียงสปีชีส์เดียว

H' มีค่าสูงสุดเมื่อจำนวนสปีชีส์เท่ากับจำนวนตัว นั่นคือ การแพร่กระจายเท่า

ความชุกชุม

สมการของ H' คือ

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$$

เมื่อ S และ p_i เป็นพารามิเตอร์ของประชากร

S = จำนวนสปีชีส์

p_i = สัดส่วนจำนวนสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดต่อจำนวนสัตว์หน้าดินทั้งหมด

$p_1, p_2, p_3 \dots, p_s$

ค่า H' ที่ได้นำมาคำนวณหา species evenness จากสมการ Pielou's evenness

7.2.2 evenness

$$E=H' / \ln (s)$$

เมื่อ H' คือ Shannon-Wiener's index
 S คือ จำนวนสปีชีส์

7.2.3 Bray-Curtis similarity ดัชนีการ

$$D=\sum_{i=1}^s |(x_{1j}-x_{2j}) / (x_{1j}+x_{2j})|$$

เมื่อ x_{1j} , x_{2j} คือ ความชุกชุมของสปีชีส์ j ที่ สถานี 1 และ 2
 s คือ จำนวนสปีชีส์

7.2.4 species richness

$$\text{Margalef's index } (d) = (s-1)/\ln N$$

7.3 วิเคราะห์ multivariate indices ของประชาคมแอนเนลิด เพื่อแสดงถึงการจัดโครงสร้างทางสังคม ดังนี้

7.3.1 วิเคราะห์ cluster โดยแปลงข้อมูลแบบ double square root แล้ววัดความคล้ายคลึงกันแบบ Bray-Curtis (Bray-Curtis similarities) ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปของเดนโดรแกรม (dendrogram) โดยใช้โปรแกรม CLUSTER และ DENPLOT

7.3.2 สร้างภาพ 2 มิติ (non-metric Multidimensional Ordination Scaling, MDS) โดยแปลงข้อมูลแบบ double square root เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ cluster แต่ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงลงบนระนาบ 2 มิติ โดยใช้โปรแกรม MDS และ CONPLOT

7.3.3 ทดสอบความแตกต่างของการจัดกลุ่มแอนเนลิด ด้วยวิธี One Way Analysis of Similarities (ANOSIM Test) แบบ Simulation/permutation test

7.3.4 วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพสิ่งแวดล้อม กับประชากรแอนเนลิด โดยนำข้อมูลคุณภาพน้ำและดิน กับข้อมูลประชากรแอนเนลิดที่วิเคราะห์ได้แต่ละครั้งมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ (Best variable combinations, ρ_w) ในแต่ละสถานีแต่ละเดือน ส่วนค่าสหสัมพันธ์ ของทั้งทะเลหลวงตอนล่างใช้ค่าเฉลี่ยของคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสัตว์หน้าดินแต่ละสถานี ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปของค่า Harmonic Rank Correlation Coefficient (weighted spearman) โดยตัวแปรคุณภาพสิ่งแวดล้อมแต่ละชุดเกิดจากการรวม (combination) ของตัวแปรคุณภาพสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ 1 ตัวแปรไปจนถึง 13 ตัวแปร โดยใช้โปรแกรม BIOENV

7.3.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมกับมวลชีวภาพ (ABC plots)

บทที่ 3

ผลการวิจัย

1. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

1.1 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

1.1.1 การแปรผันของคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี

คุณลักษณะของน้ำในทะเลหลวงตอนล่างเชิงสถานีและเชิงเวลา ในระหว่างเดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 (ภาพประกอบ 2) ดังต่อไปนี้

ความลึก ทั้งทะเลหลวงตอนล่างอยู่ในช่วง 0.3-2.7 เมตร (เฉลี่ย 1.4 ± 0.3 เมตร) สถานี 4 มีความลึกเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-1.3 เมตร (เฉลี่ย 0.8 ± 0.3 เมตร) และสถานี 8 เฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-2.7 เมตร (เฉลี่ย 2.2 ± 0.4 เมตร) เดือนสิงหาคมมีความลึกเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-2.0 เมตร (เฉลี่ย 1.0 ± 0.5 เมตร) และเดือนกุมภาพันธ์ 2542 เฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.1-2.5 เมตร (เฉลี่ย 1.8 ± 0.4 เมตร) ทั้งนี้ความลึกขึ้นกับฤดูกาลและสภาพทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ด้วย ดังเช่นสถานี 4 เป็นบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนสูงมาก มีพืชน้ำ (กระจูด *Lepironia* sp.) ขึ้นทั่วบริเวณจึงเป็นสถานีที่ตื้นกว่าสถานีอื่นๆ ส่วนสถานี 8 มีลักษณะเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่ กระแสน้ำไหลค่อนข้างแรง จึงมีความลึกมากกว่าทุกสถานี อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าระดับความลึกจากสถานี 1 ถึงสถานี 4 ค่อยๆ ลดลงจนต่ำสุดจากนั้นค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนลึกที่สุดที่สถานี 8 จากนั้นลดต่ำลงอีกครั้งที่สถานี 9

พีเอชน้ำ ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 5.6-8.6 (เฉลี่ย 7.2 ± 0.8) สถานี 5 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.9-7.8 (เฉลี่ย 7.0 ± 0.6) และสถานี 7 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.7-8.5 (เฉลี่ย 7.4 ± 1.1) เดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.6-6.2 (เฉลี่ย 5.8 ± 0.2) และเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.2-8.5 (เฉลี่ย 7.9 ± 0.4) จะเห็นว่ามี ความแตกต่างกันไม่ชัดเจนในเชิงสถานี ส่วนเชิงเวลาโดยเฉพาะเดือนธันวาคม พีเอชต่ำมากทุกสถานีแตกต่างจากเดือนอื่น ๆ ค่อนข้างชัดเจนและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 แต่ในเชิงสถานีของเดือนทั้งสอง ไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจน

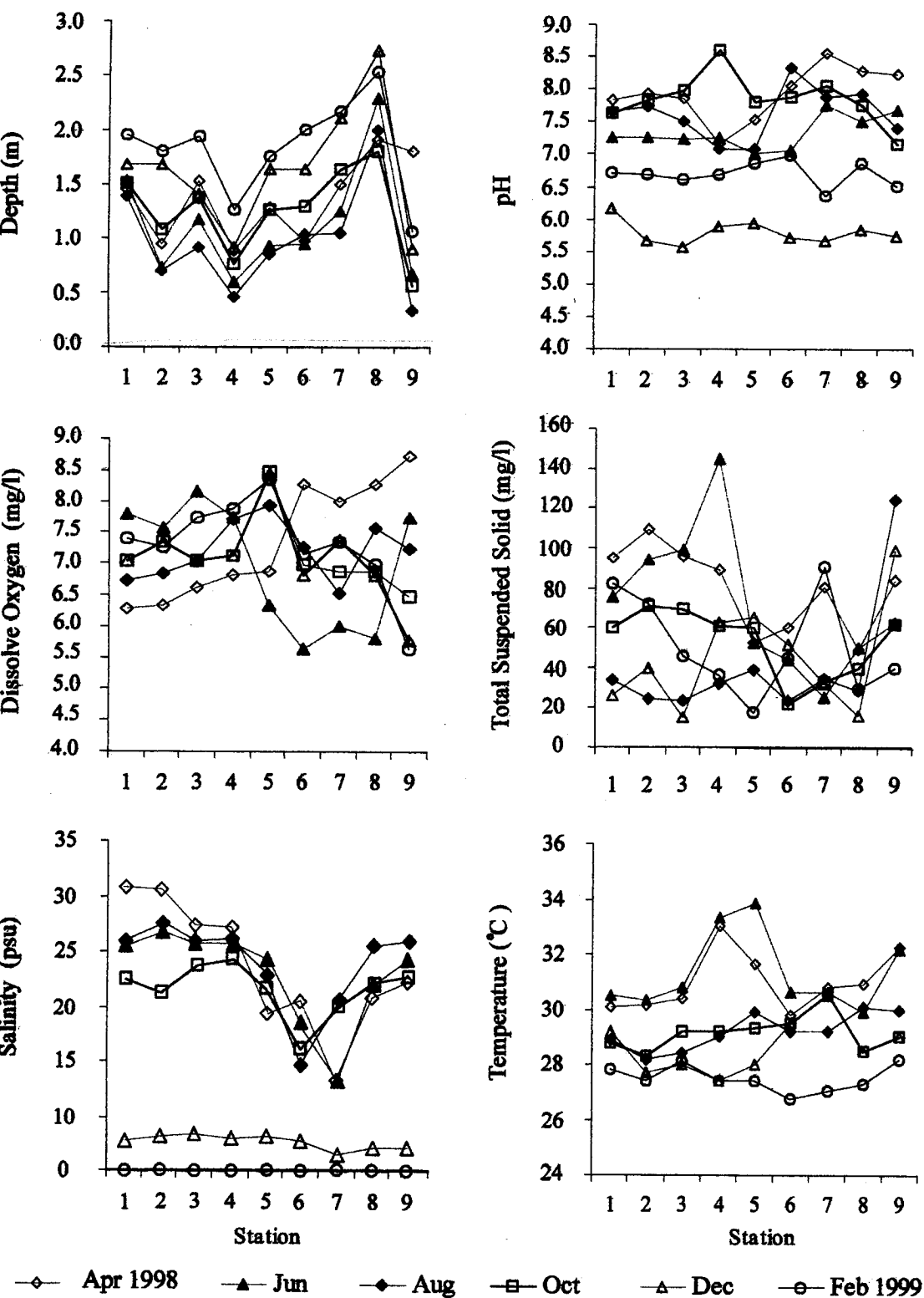
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 5.6-8.7 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 7.2 ± 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร) สถานี 9 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.6-8.7 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 6.9 ± 1.2 มิลลิกรัม/ลิตร) และสถานี 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.3-8.5 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 7.7 ± 0.9 มิลลิกรัม/ลิตร) เดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.6-8.2 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 7.0 ± 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร) และเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.3-8.7 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 7.4 ± 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ทั้งนี้ในแต่ละเดือนแตกต่างกัน

ไม่มากนัก แต่มีแนวโน้มว่าสูงขึ้นตามระยะทาง จากสถานี 1-5 พบอยู่ในช่วง 7.1-7.7 มิลลิกรัม/ลิตร จากนั้นลดต่ำลงอีกจนถึงสถานี 9 (6.9 มิลลิกรัม/ลิตร) ยกเว้นเดือนเมษายน ออกซิเจนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่สถานี 1 ถึง 9 พบมีค่าอยู่ในช่วง 6.3-8.7 มิลลิกรัม/ลิตร

ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 15.5-144.5 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 56.8 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร) สถานี 8 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 16.2-49.7 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 35.4 ± 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร) และสถานี 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 40.2-124.5 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 78.6 ± 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร) เดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.5-99.0 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 45.0 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 48.9-108.8 มิลลิกรัม/ลิตร (เฉลี่ย 79.1 ± 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร) ทั้งนี้พบว่าสถานี 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานี 1 จากนั้นมีแนวโน้มลดลงตามระยะทาง จนถึงสถานี 8 แล้วสูงขึ้นอีกครั้งที่สถานี 9 ยกเว้นสถานี 4 เดือนมิถุนายนและสถานี 9 เดือนสิงหาคมที่มีค่าสูงมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระแสลมที่รุนแรงและฝนที่ตกลงมา

ความเค็ม ทั้งทะเลหลวงตอนล่างอยู่ในช่วง 0.0-30.2 พีเอสยู (เฉลี่ย 14.5 ± 10.2 พีเอสยู) สถานี 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-18.1 พีเอสยู (เฉลี่ย 9.4 ± 7.6 พีเอสยู) และสถานี 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-29.9 (เฉลี่ย 17.4 ± 12.6 พีเอสยู) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-0.04 พีเอสยู (เฉลี่ย 0.02 ± 0.01 พีเอสยู) ส่วนเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.2-26.4 พีเอสยู (เฉลี่ย 22.1 ± 4.8 พีเอสยู) อย่างไรก็ตามเดือนเมษายน ถึงตุลาคม มีระดับความเค็มต่างกันไม่มาก โดยอยู่ในช่วง 19.3-22.1 พีเอสยู ส่วนเดือนธันวาคม ความเค็มลดต่ำลงมาก (3.0 พีเอสยู) และกุมภาพันธ์มีค่าความเค็มต่ำที่สุด (0.02 พีเอสยู) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากฝน สำหรับการเปลี่ยนแปลงในเชิงสถานีพบว่าระดับความเค็มมีแนวโน้มลดลงตามระยะทางจากสถานี 1 (17.0 พีเอสยู) ถึงสถานี 7 (9.4 พีเอสยู) จากนั้นเพิ่มสูงขึ้นไปถึงสถานี 9 (15.1 พีเอสยู) ซึ่งมีความเค็มใกล้เคียงกับสถานี 1 ทั้งนี้ยกเว้นเดือนธันวาคม มีความเค็มของทุกสถานีอยู่ในช่วง 1.6-3.8 พีเอสยู และเดือนกุมภาพันธ์ มีความเค็มอยู่ในช่วง 0.0-0.04 พีเอสยู

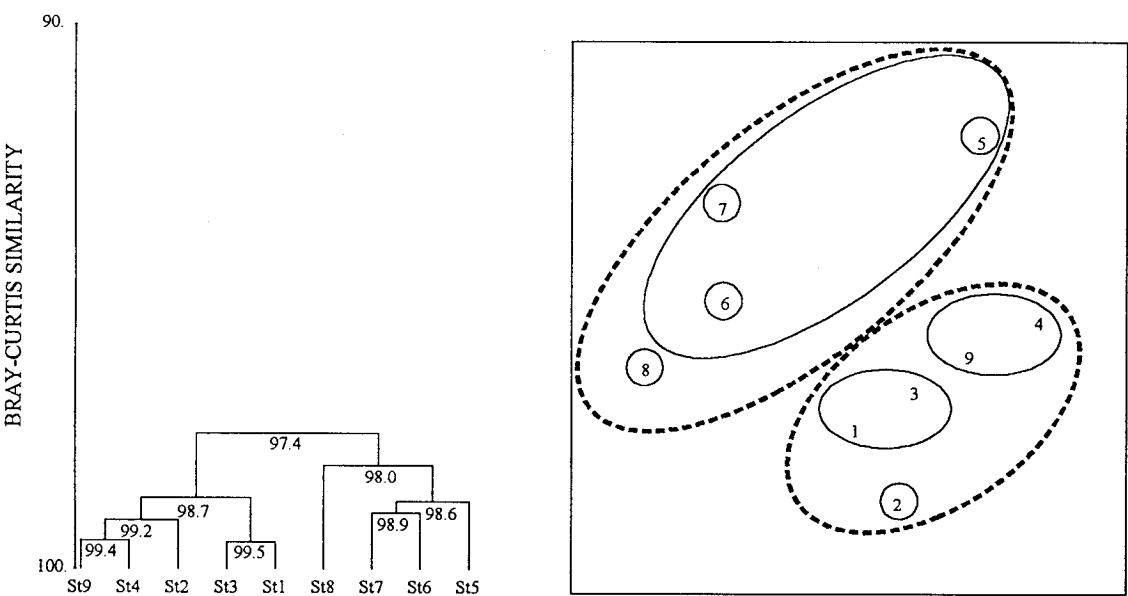
อุณหภูมิในน้ำ ทั้งทะเลหลวงตอนล่าง อยู่ในช่วง 26.8-33.8 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 29.5 ± 1.5 องศาเซลเซียส) สถานี 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 27.4-30.3 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 28.7 ± 1.2 องศาเซลเซียส) และสถานี 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 28.2-32.2 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 30.1 ± 1.7 องศาเซลเซียส) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 26.8-28.2 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 27.5 ± 0.5 องศาเซลเซียส) และเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 29.9-33.8 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 31.3 ± 1.4 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาของการวัดแต่ละจุดด้วย



ภาพประกอบ 2 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง ระหว่าง
เดือนเมษายน 2541 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2542

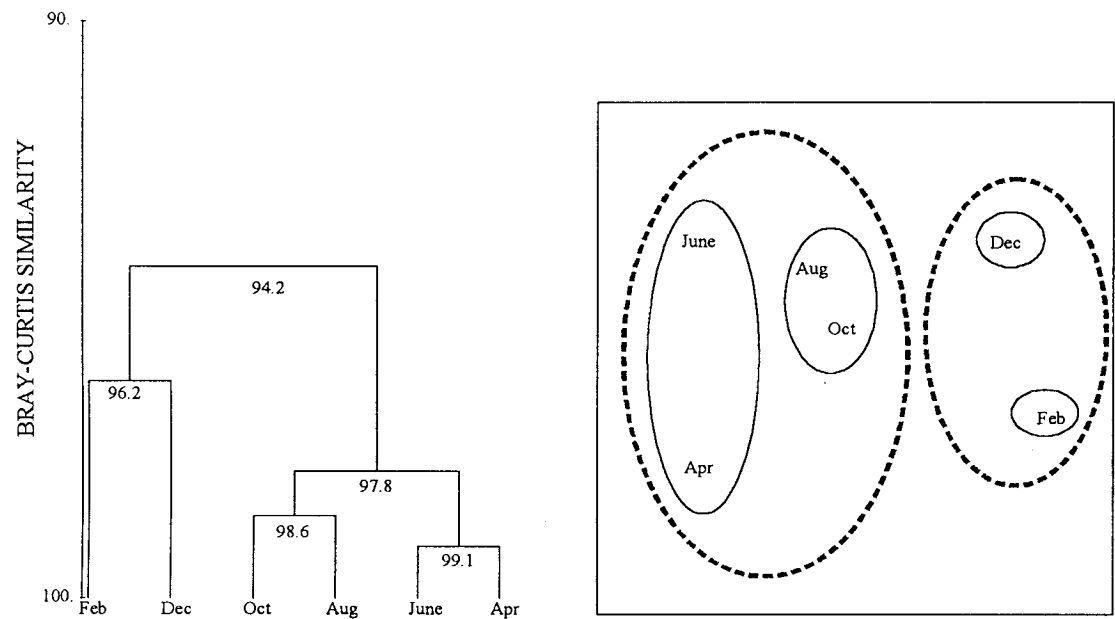
1.1.2 PCA ของคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำสามารถจัดกลุ่มทั้งในเชิงสถานที่และเชิงเวลาเพื่อให้เห็นถึงความคล้ายคลึงกันของแต่ละสถานที่และแต่ละเดือนได้ ด้วยการวิเคราะห์ PCA โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ CLUSTER ซึ่งได้จาก Bray-Curtis similarities พบว่าในเชิงสถานที่ มีความคล้ายคลึงกันสูงมาก (97.4%) (ภาพประกอบ 3) อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 [สถานี 1-2-3-4-9] มีการรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ซึ่งบอกถึงความคล้ายคลึงกันสูง (98.7%) ในขณะที่กลุ่มที่ 2 [สถานี 5-6-7-8] รวมกลุ่มกันอยู่อีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน 98.0% นอกจากนี้สามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้นหากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงที่สูงขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ



ภาพประกอบ 3 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำเชิงสถานที่ ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03) หมายถึง : 1-9 หมายถึง สถานีที่เก็บตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาในเชิงเวลา พบว่า มีความคล้ายคลึงกันสูง (94.2%)(ภาพประกอบ 4) อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 กลุ่มตามฤดูกาล โดยกลุ่มที่ 1 [เมษายน-มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม] มีความคล้ายคลึงกัน 97.8% กลุ่มที่ 2 [ธันวาคม-กุมภาพันธ์] มีความคล้ายคลึงกัน 96.2% แสดงให้เห็นถึงการรวมกลุ่มกันของแต่ละเดือนซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงที่สูงขึ้นสามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ

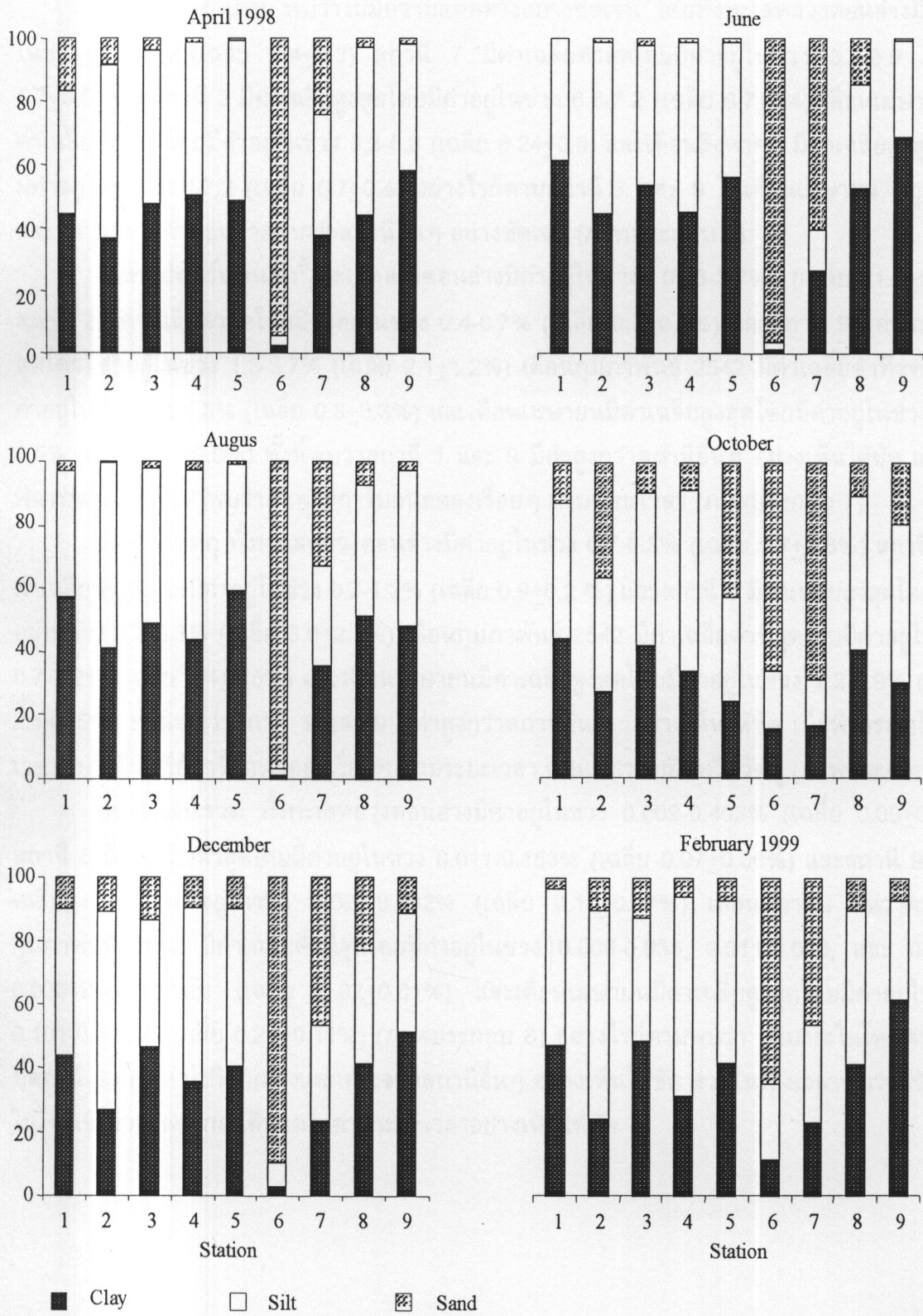


ภาพประกอบ 4 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำเชิงเวลา ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)

1.2 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

1.2.1 การแปรผันของคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี

ขนาดอนุภาคตะกอนดิน เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 มีค่า Sand, Silt และ Clay ของทุกสถานีอยู่ในช่วง 0.30-68.50, 13.42-65.26 และ16.72-68.95% ตามลำดับ ยกเว้น สถานี 6 มีค่าเฉลี่ย Sand สูงมาก Silt และ Clay มีค่าต่ำกว่าสถานีอื่นๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 64.46-96.81, 1.70-23.98 และ1.49-15.57% ตามลำดับ (ภาพประกอบ 5)



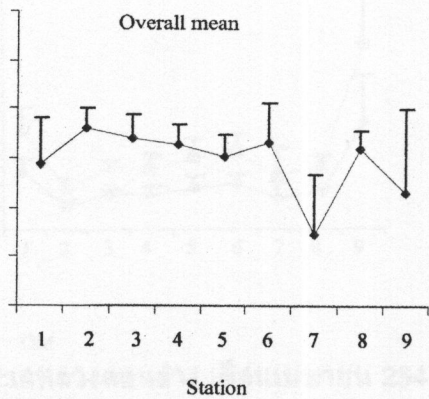
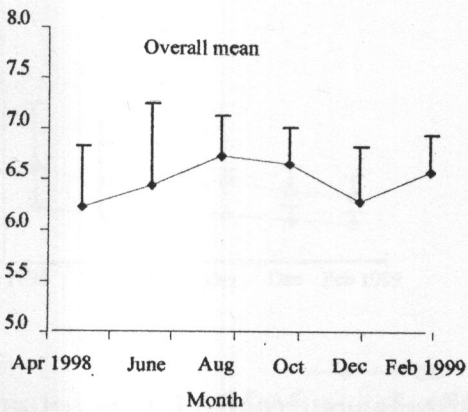
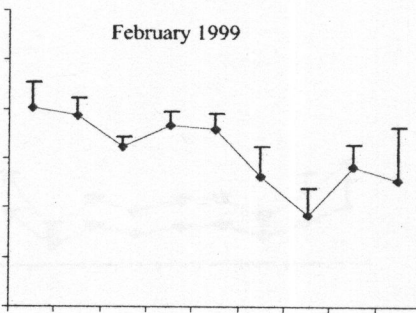
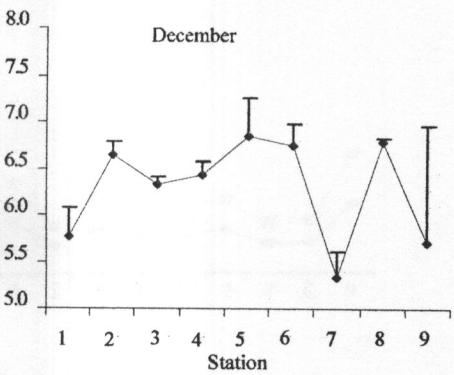
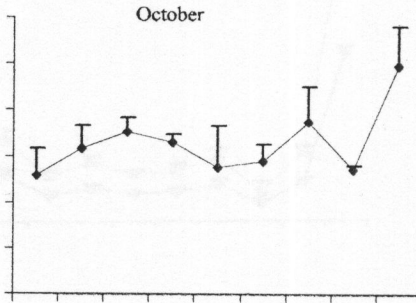
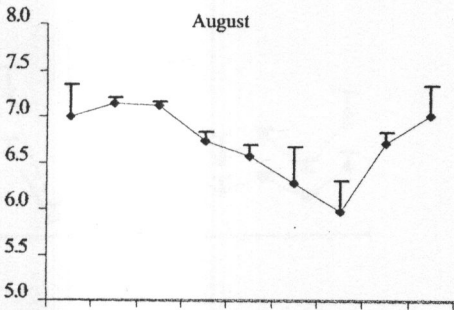
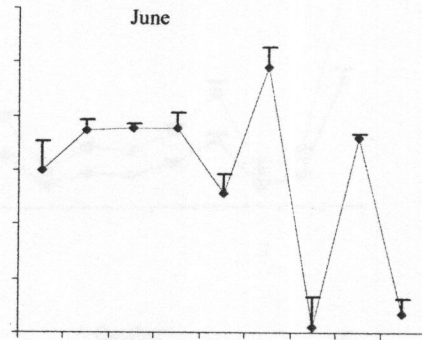
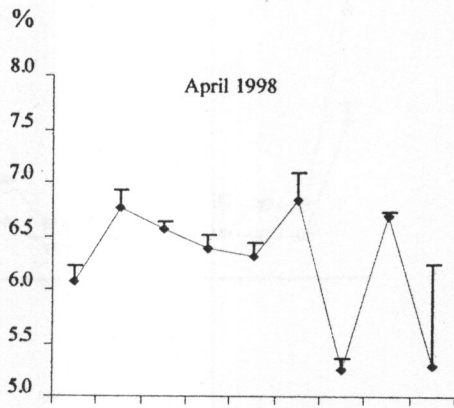
ภาพประกอบ 5 เปอร์เซ็นต์ของ Sand, Silt และ Clay แต่ละสถานีในทะเลหลวงตอนล่าง
(เมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542)

พีเอชตะกอนดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 5.1-7.5 (เฉลี่ย 6.4 ± 0.3) สถานี 7 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.1-6.9 (เฉลี่ย 5.7 ± 0.6) และสถานี 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.6-7.2 (เฉลี่ย 6.7 ± 0.4) เดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.3-6.8 (เฉลี่ย 6.24 ± 0.6) และเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-7.2 (เฉลี่ย 6.7 ± 0.4) อย่างไรก็ตามสถานี 7 และ 9 ในเดือนเมษายน มิถุนายน และธันวาคม มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าสถานีอื่นๆ อย่างชัดเจน (ภาพประกอบ 6)

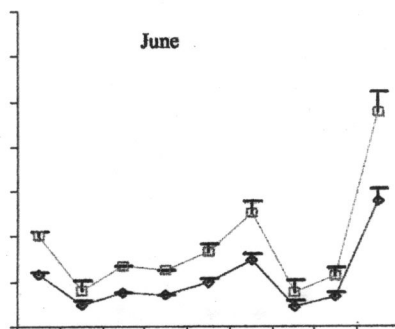
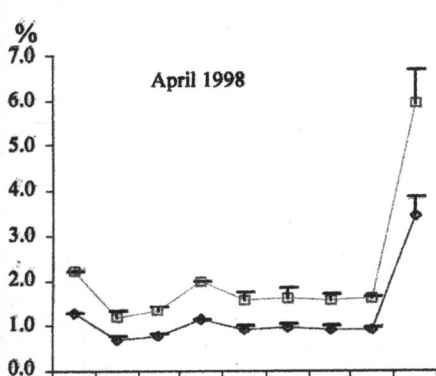
อินทรีย์คาร์บอน ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.38-3.7% (เฉลี่ย $1.1 \pm 0.2\%$) สถานี 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.7% (เฉลี่ย $0.5 \pm 0.1\%$) และสถานี 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.3-3.7% (เฉลี่ย $2.1 \pm 1.2\%$) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.4-1.3% (เฉลี่ย $0.8 \pm 0.3\%$) และเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-3.5% (เฉลี่ย $1.2 \pm 0.9\%$) ทั้งนี้พบว่าสถานี 1 และ 9 มีค่าสูงกว่าสถานีอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อพิจารณาในเชิงเวลาพบว่าอินทรีย์คาร์บอนลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลา (ภาพประกอบ 7)

อินทรีย์วัตถุ ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-6.3% (เฉลี่ย $1.7 \pm 0.8\%$) สถานี 2 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-1.2% (เฉลี่ย $0.9 \pm 0.2\%$) และสถานี 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.2-6.3% (เฉลี่ย $3.6 \pm 2.1\%$) เดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.7-2.2% (เฉลี่ย $1.4 \pm 0.5\%$) และเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.2-5.9% (เฉลี่ย $2.1 \pm 1.5\%$) ทั้งนี้พบว่าสถานี 1 และ 9 มีค่าสูงกว่าสถานีอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาในเชิงเวลาพบว่าอินทรีย์คาร์บอนลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลา เช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ (ภาพประกอบ 7)

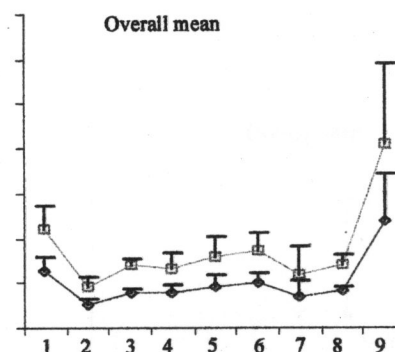
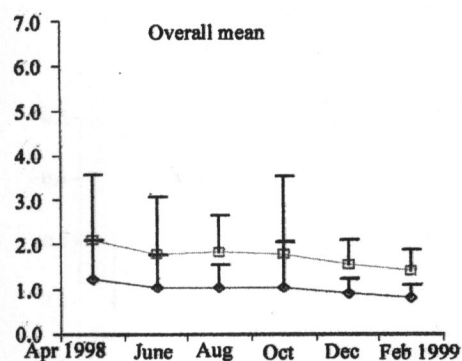
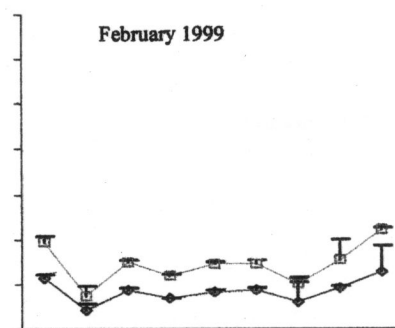
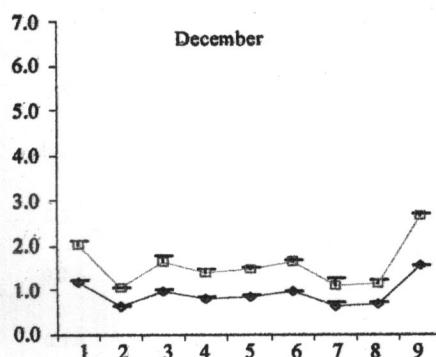
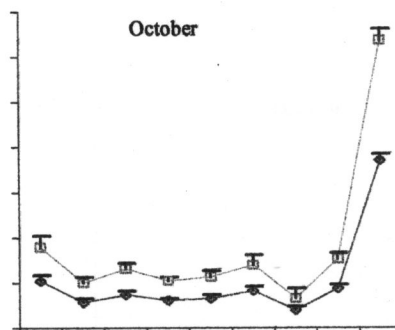
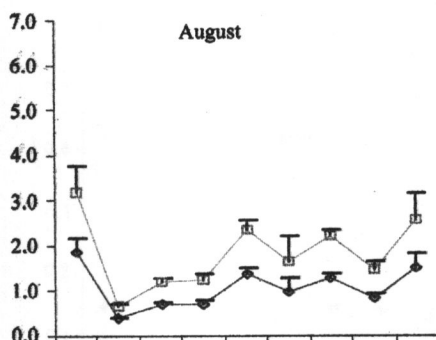
ไนโตรเจนรวม ทั้งทะเลหลวงตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.009-0.402% (เฉลี่ย $0.09 \pm 0.0\%$) สถานี 8 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.011-0.153% (เฉลี่ย $0.07 \pm 0.06\%$) และสถานี 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.020-0.402% (เฉลี่ย $0.18 \pm 0.17\%$) เดือนตุลาคม ธันวาคมและกุมภาพันธ์ 2542 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.009-0.035, 0.011-0.023, และ 0.011-0.028% ตามลำดับ (เฉลี่ย $0.02 \pm 0.01\%$) และเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.101-0.402% (เฉลี่ย $0.20 \pm 0.11\%$) (ภาพประกอบ 8) อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมที่สถานี 6 และ 9 มีปริมาณสูงแตกต่างจากสถานีอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ส่วนในเชิงเวลาพบว่าปริมาณไนโตรเจนรวมในตะกอนดินลดลงตามระยะเวลาอย่างเห็นได้ชัด



ภาพประกอบ 6 พี่เอชตะกอนดินในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 (Bar=± SD แต่เนื่องจาก+มีค่าเท่ากัน จึงแสดงเฉพาะค่า+)

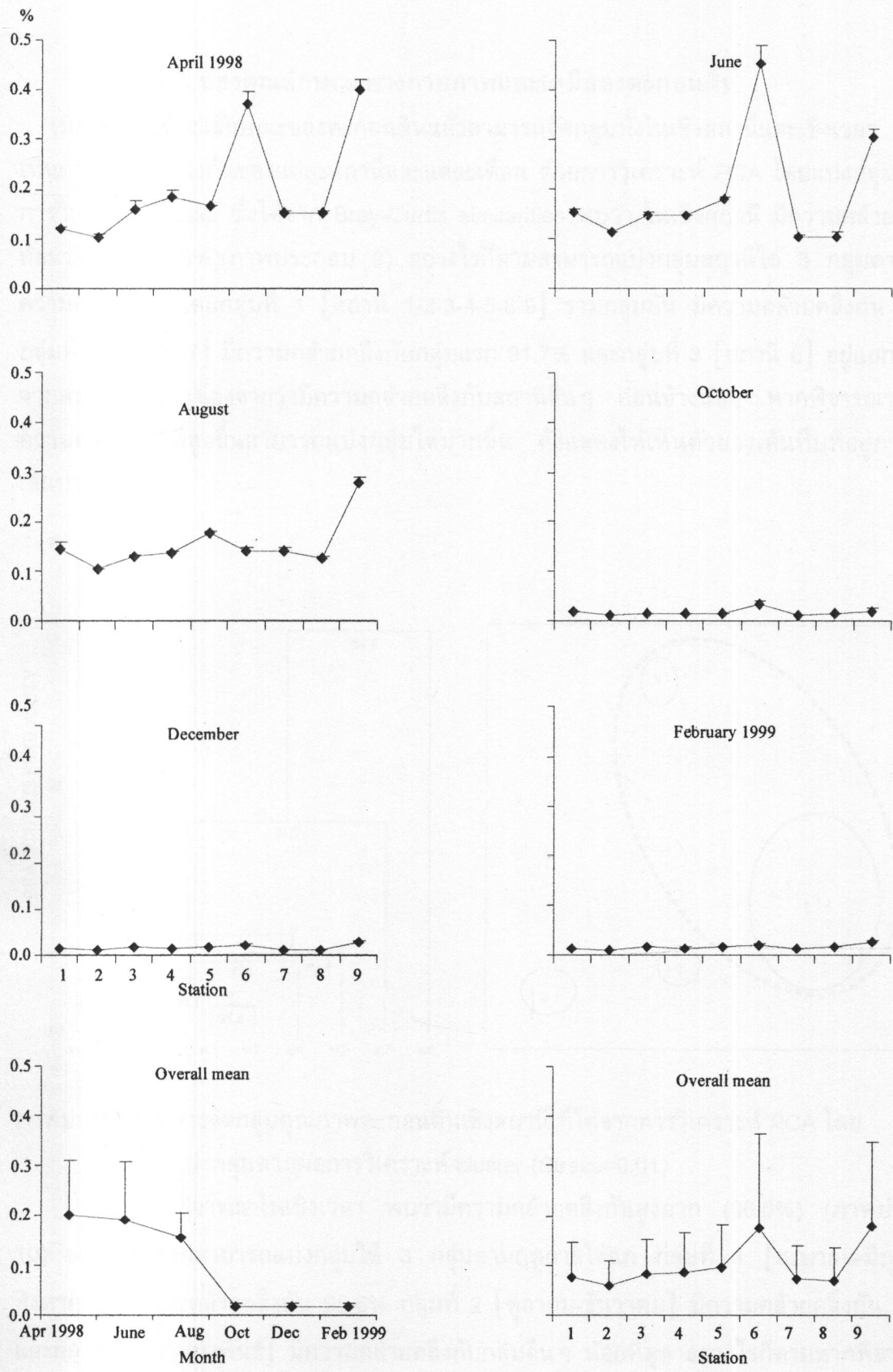


22



—◇— OC —□— OM

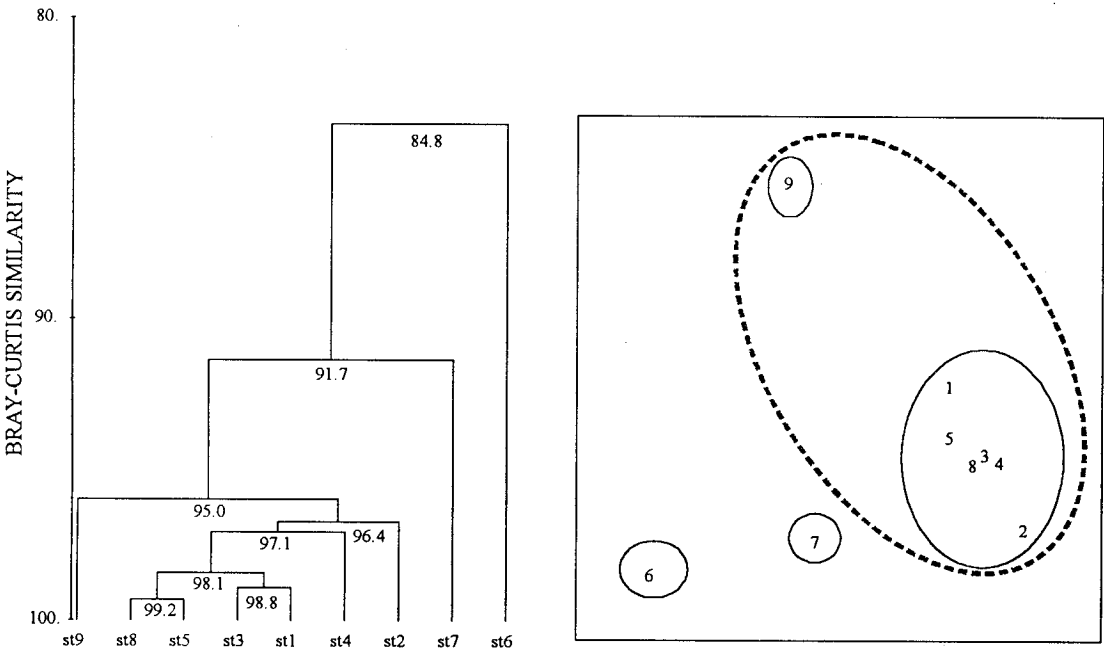
ภาพประกอบ 7 อินทรีย์คาร์บอนแลอินทรีย์วัตถุในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 (Bar=± SD แต่เนื่องจาก+มีค่าเท่ากัน จึงแสดงเฉพาะค่า+)



ภาพประกอบ 8 ปริมาณไนโตรเจนรวมตะกอนดินในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนเมษายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 (Bar=+ SD แต่เนื่องจาก+มีค่าเท่ากัน จึงแสดงเฉพาะค่า+)

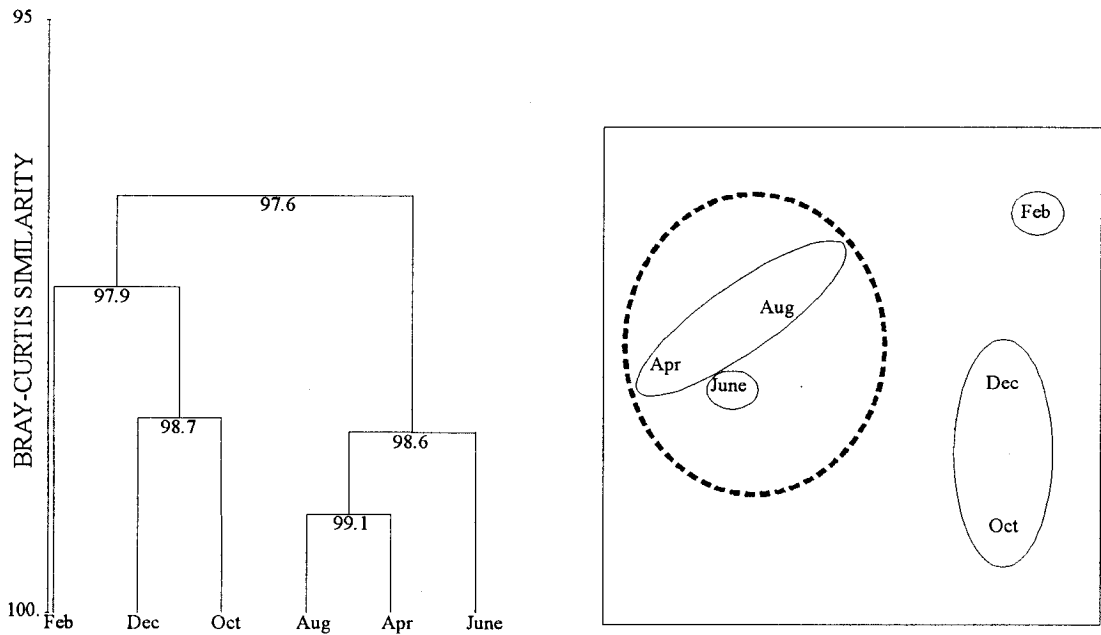
1.2.2 PCA ของคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

เมื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของตะกอนดินแล้วสามารถจัดกลุ่มทั้งในเชิงสถานที่และเชิงเวลา เพื่อให้เห็นความคล้ายคลึงกันของแต่ละสถานที่และแต่ละเดือน ด้วยการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster ซึ่งได้จาก Bray-Curtis similarities พบว่า ในเชิงสถานที่ มีความคล้ายคลึงกันค่อนข้างสูง (84.8%)(ภาพประกอบ 9) อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มสถานที่ได้ 3 กลุ่มตามระดับความคล้ายคลึง โดยกลุ่มที่ 1 [สถานที่ 1-2-3-4-5-8-9] รวมกลุ่มกัน มีความคล้ายคลึงกัน 96.0% กลุ่มที่ 2 [สถานที่ 7] มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มแรก 91.7% และกลุ่มที่ 3 [สถานที่ 6] อยู่แยกออกไปจากสถานที่อื่นๆ เนื่องจากว่ามีความคล้ายคลึงกับสถานที่อื่นๆ ค่อนข้างน้อย หากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงที่สูงขึ้นสามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ



ภาพประกอบ 9 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินเชิงสถานที่ ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.01)

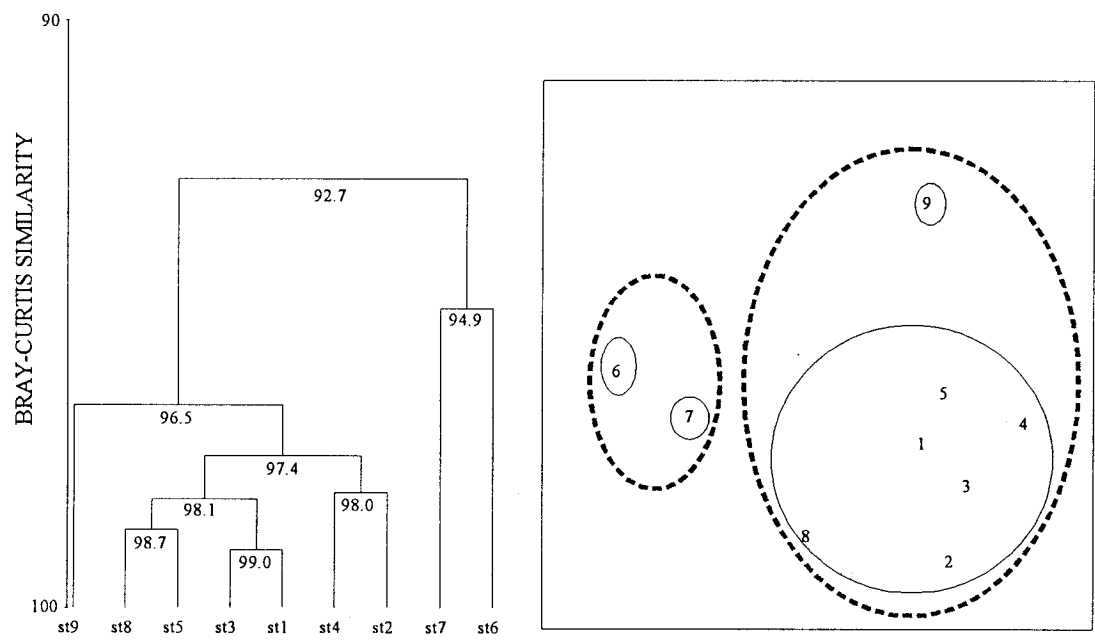
เมื่อพิจารณาในเชิงเวลา พบว่ามีความคล้ายคลึงกันสูงมาก (96.6%) (ภาพประกอบ 10) อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่มตามฤดูกาลได้แก่ กลุ่มที่ 1 [เมษายน-มิถุนายน-สิงหาคม] มีความคล้ายคลึงกัน 98.6% กลุ่มที่ 2 [ตุลาคม-ธันวาคม] มีความคล้ายคลึงกัน 98.7% และกลุ่มที่ 3 [กุมภาพันธ์] มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มอื่นๆ น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามหากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงที่สูงขึ้นสามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ



ภาพประกอบ 10 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินเชิงเวลา ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)

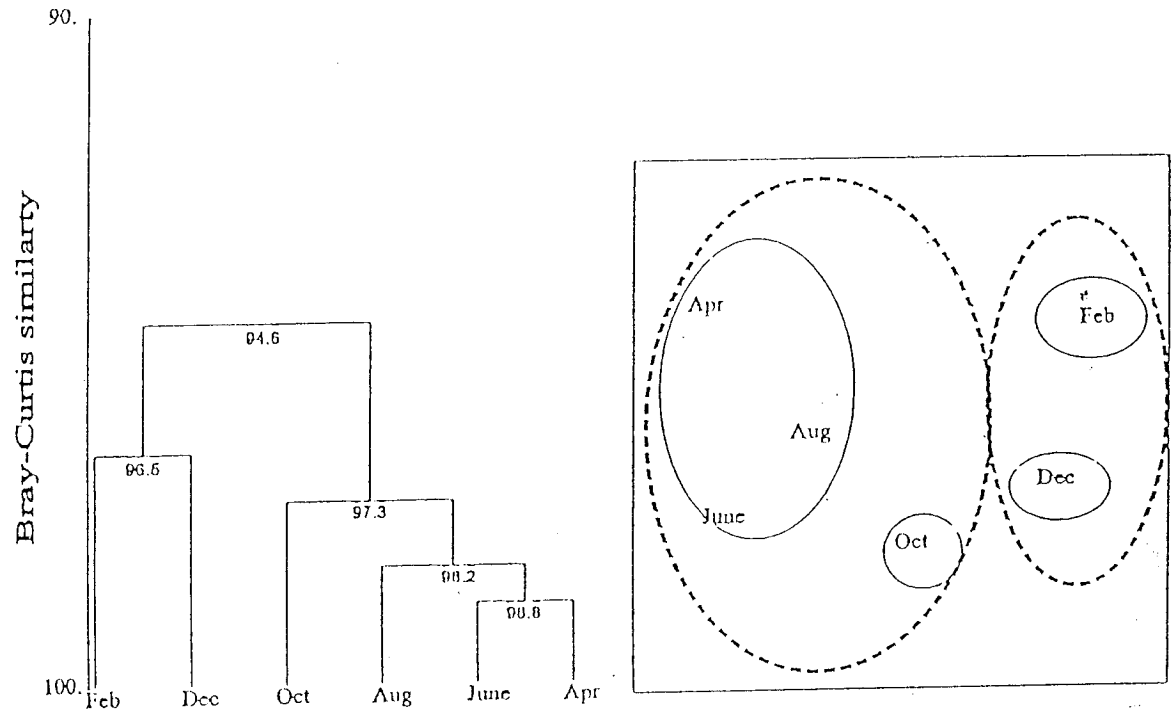
1.3 PCA ของคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของปัจจัยสิ่งแวดล้อม (น้ำและตะกอนดิน)

จากการนำข้อมูลคุณลักษณะของน้ำและตะกอนดินมารวมกัน ซึ่งเป็นสภาพจริงของธรรมชาติในทะเลหลวงตอนล่าง มาจัดกลุ่มตามระดับความคล้ายคลึงกันของแต่ละสถานีและแต่ละเดือน เพื่อให้เห็นภาพอย่างชัดเจนโดยการวิเคราะห์ PCA ทั้งในเชิงสถานีและเชิงเวลาตามผลการวิเคราะห์ cluster ซึ่งได้จาก Bray-Curtis ในเชิงสถานี พบว่า มีความคล้ายคลึงกันสูงมาก (92.7%) (ภาพประกอบ 11) และพบว่าการจัดกลุ่มมีแนวโน้มคล้ายผลการจัดกลุ่มของตะกอนดิน อย่างไรก็ดีตามสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 [สถานี 1-2-3-4-5-8-9] รวมกันอยู่เป็นกลุ่ม โดยมีความคล้ายคลึงกัน 96.5% กลุ่มที่ 2 [สถานี 6-7] ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน 94.9% หากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงกันที่สูงขึ้นจะสามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ



ภาพประกอบ 11 การจัดกลุ่มคุณภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงสถิติ ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.01)

เมื่อพิจารณาในเชิงเวลา พบว่ามีความคล้ายคลึงกันสูง (94.6%)(ภาพประกอบ 12) และพบว่าการรวมกลุ่มมีแนวโน้มคล้ายกับผลของการรวมกลุ่มของน้ำ อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งกลุ่มตามฤดูกาลได้ 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 [เมษายน-มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม] มีความคล้ายคลึงกัน 97.3% กลุ่มที่ 2 [ธันวาคม-กุมภาพันธ์] มีความคล้ายคลึงกัน 96.5% อย่างไรก็ตามหากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงกันที่สูงขึ้นจะสามารถแบ่งกลุ่มได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นด้วยวงเส้นทึบที่อยู่ภายในวงเส้นประ



ภาพประกอบ 12 การจัดกลุ่มคุณภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงเวลา ที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03)

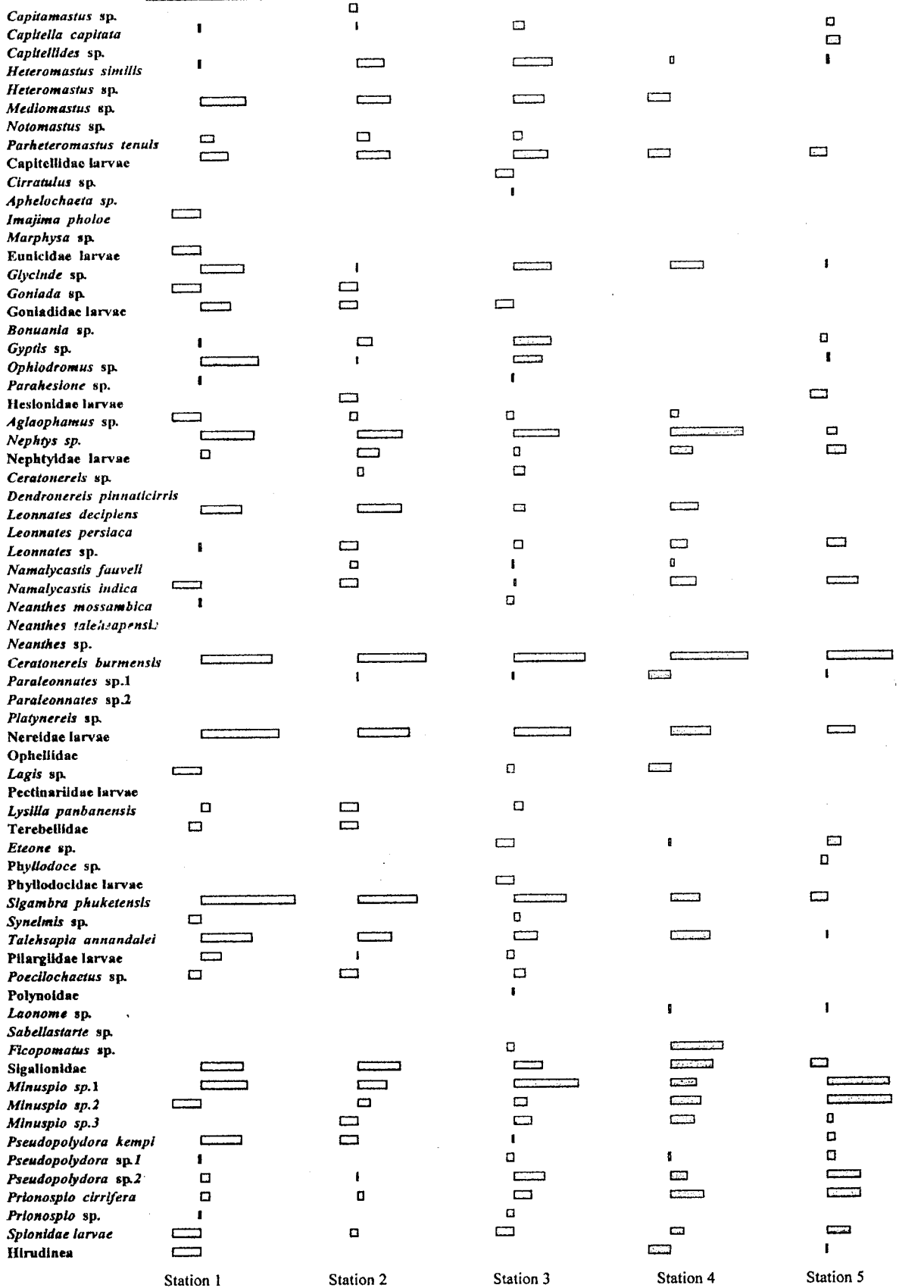
2. แอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง

2.1 ความชุกชุม ความหลากหลายและมวลชีวภาพของแอนเนลิด

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในฟิล์มแอนเนลิดาบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง ตั้งแต่เดือนเมษายน 2541 ถึงกุมภาพันธ์ 2542 พบว่ามี 2 คลาส ได้แก่ โพลีชีต และ ไฮรูดีเนีย สำหรับโพลีชีต พบว่ามี 20 วงศ์ 44 สกุล 57 ชนิด และในจำนวนนี้พบ โพลีชีตวัยอ่อน 10 วงศ์ อย่างไรก็ตามพบว่าแอนเนลิดทั้งทะเลหลวงตอนล่าง มีความชุกชุมอยู่ในช่วง 22-2,309 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 436 ตัว/ตารางเมตร) มวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.1-15.4 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 1.9 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร)

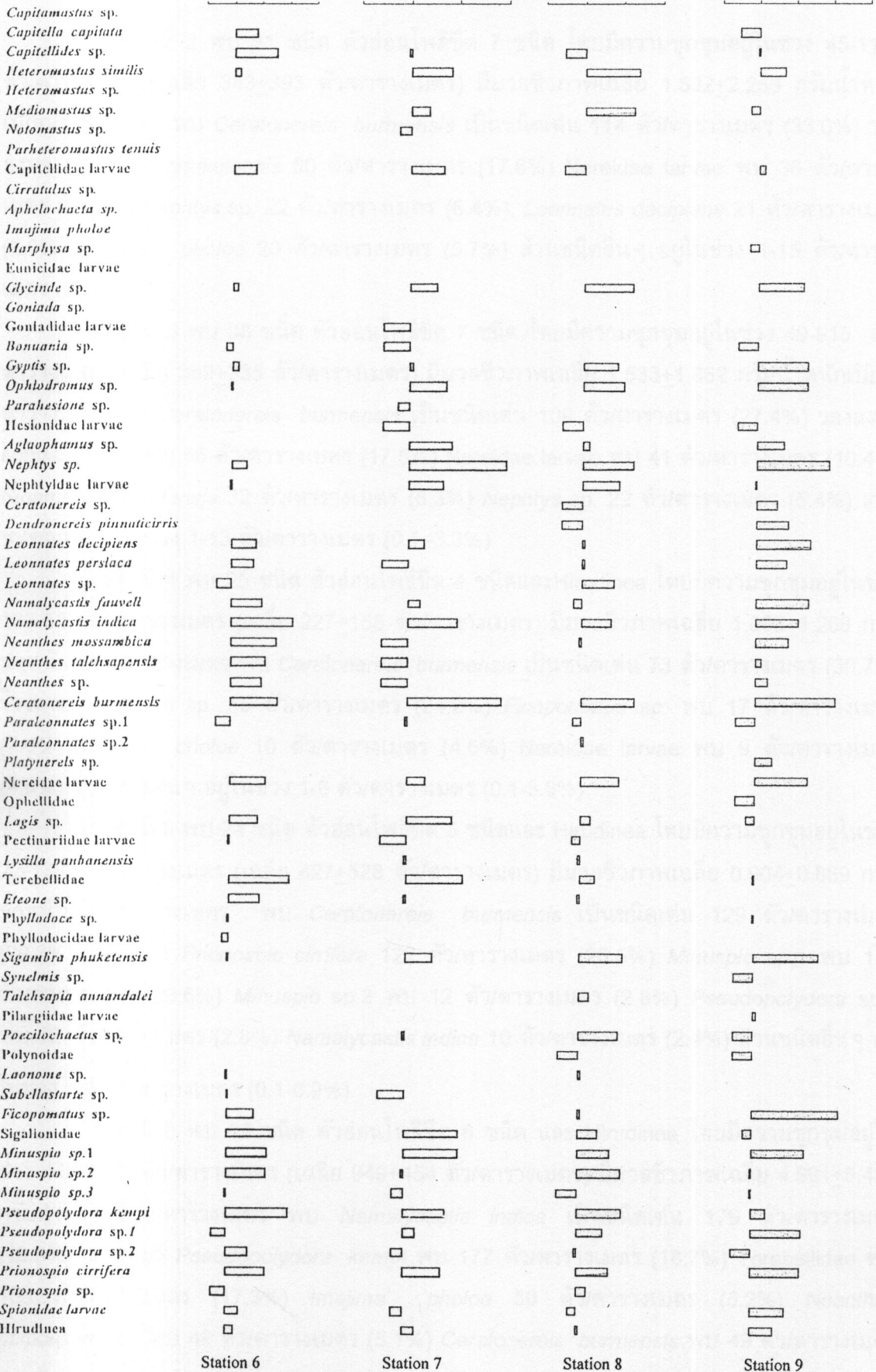
หากพิจารณาในแต่ละสถานี (ภาพประกอบ 13) แสดงให้เห็นได้ดังนี้ คือ

สถานี 1 พบ 32 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 7 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 53-442 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 205 ± 180 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 0.656 ± 0.589 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Sigambra phuketensis* เป็นชนิดเด่น 57 ตัว/ตารางเมตร (27.7%) รองลงมา Nereidae larvae 28 ตัว/ตารางเมตร (13.9%) *Ceratonereis burmensis* พบ 22 ตัว/ตารางเมตร (10.4%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-12 ตัว/ตารางเมตร (0.1-5.9%)



ภาพประกอบ 13 ความชุกชุมของแอนเนลิตบริเวณทะเลหลวงตอนล่างในแต่ละสถานี

0.1 1 10 100 1000



สถานี 2 พบ 31 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 7 ชนิด โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 45-1104 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 343 ± 393 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 1.592 ± 2.253 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่น 114 ตัว/ตารางเมตร (33.0%) รองลงมา *Sigambra phuketensis* 60 ตัว/ตารางเมตร (17.6%) Nereidae larvae พบ 36 ตัว/ตารางเมตร (10.5%) *Nephtys* sp. 22 ตัว/ตารางเมตร (6.4%), *Leonnates decipiens* 21 ตัว/ตารางเมตร (6.0%), *Imajima pholoe* 20 ตัว/ตารางเมตร (5.7%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-15 ตัว/ตารางเมตร (0.1-3.1%)

สถานี 3 พบ 38 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 7 ชนิด โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 49-915 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 389 ± 335 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 1.533 ± 1.662 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่น 109 ตัว/ตารางเมตร (27.4%) รองลงมา *Minuspilio* sp.1 พบ 68 ตัว/ตารางเมตร (17.5%) Nereidae larvae พบ 41 ตัว/ตารางเมตร (10.4%) *Sigambra phuketensis* 32 ตัว/ตารางเมตร (8.3%) *Nephtys* sp. 22 ตัว/ตารางเมตร (5.4%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-13 ตัว/ตารางเมตร (0.1-3.3%)

สถานี 4 พบ 25 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 4 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 133-527 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 227 ± 155 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 1.063 ± 1.268 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่น 73 ตัว/ตารางเมตร (30.7%) รองลงมา *Nephtys* sp. 55 ตัว/ตารางเมตร (24.2%) *Ficopomatus* sp. พบ 17 ตัว/ตารางเมตร (7.6%) *Imajima pholoe* 10 ตัว/ตารางเมตร (4.5%) Nereidae larvae พบ 9 ตัว/ตารางเมตร (4.0%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-8 ตัว/ตารางเมตร (0.1-3.6%)

สถานี 5 พบ 24 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 5 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 22-1382 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 427 ± 528 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 0.904 ± 0.889 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่น 129 ตัว/ตารางเมตร (29.2%) รองลงมา *Prionospio cirrifera* 122 ตัว/ตารางเมตร (28.5%) *Minuspilio* sp.1 พบ 101 ตัว/ตารางเมตร (23.6%) *Minuspilio* sp.2 พบ 12 ตัว/ตารางเมตร (2.8%) *Pseudopolydora* sp.1 พบ 12 ตัว/ตารางเมตร (2.8%) *Namalycastis indica* 10 ตัว/ตารางเมตร (2.4%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-8 ตัว/ตารางเมตร (0.1-0.9%)

สถานี 6 พบ 36 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 6 ชนิด และ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 445-1462 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 949 ± 454 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 4.991 ± 5.431 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Namalycastis indica* เป็นชนิดเด่น 179 ตัว/ตารางเมตร (18.8%) รองลงมา *Pseudopolydora kempfi* พบ 177 ตัว/ตารางเมตร (18.7%) Terebellidae พบ 165 ตัว/ตารางเมตร (17.3%) *Imajima pholoe* 50 ตัว/ตารางเมตร (5.2%) *Neanthes cf. mossambica* พบ 49 ตัว/ตารางเมตร (5.1%) *Ceratonereis burmensis* พบ 49 ตัว/ตารางเมตร

(5.1%) *Capitellides* sp. 36 ตัว/ตารางเมตร (3.7%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-18 ตัว/ตารางเมตร (0.1-3.3%)

สถานี 7 พบ 36 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 7 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 104-605 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 319 ± 212 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 1.932 ± 1.811 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Nephtys* sp. เป็นชนิดเด่น 98 ตัว/ตารางเมตร (30.6%) รองลงมา *Ceratonereis burmensis* พบ 86 ตัว/ตารางเมตร (26.8%) Terebellidae พบ 15 ตัว/ตารางเมตร (4.8%) *Imajima pholoe* 13 ตัว/ตารางเมตร (4.1%) *Minusprio* sp.1 พบ 13 ตัว/ตารางเมตร (4.1%) *Namalycastis indica* 10 ตัว/ตารางเมตร (3.2%) ส่วนชนิดอื่น ๆ อยู่ในช่วง 1-8 ตัว/ตารางเมตร (0.1-2.4%)

สถานี 8 พบ 39 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 6 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 55-400 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 255 ± 131 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 1.436 ± 0.548 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่น 29 ตัว/ตารางเมตร (11.4%) รองลงมา *Nephtys* sp. 20 ตัว/ตารางเมตร (7.8%) *Glycinde* sp. 19 ตัว/ตารางเมตร (7.5%) *Mediomastus* sp. พบ 18 ตัว/ตารางเมตร (7.1%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-13 ตัว/ตารางเมตร (0.1-5.1%)

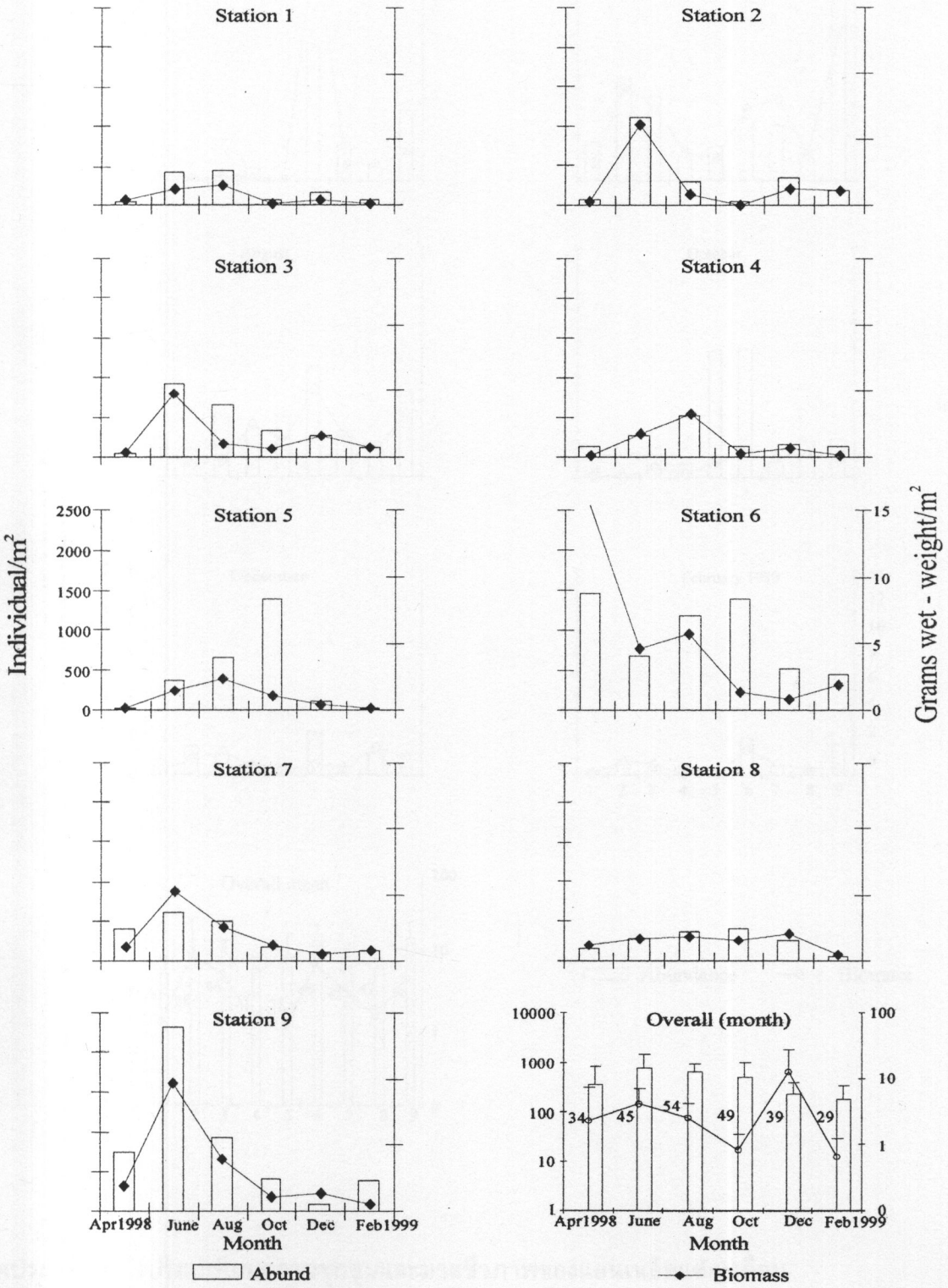
สถานี 9 พบ 42 ชนิด ตัวอ่อนโพลีชีต 6 ชนิดและ Hirudinea โดยมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 98-2309 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 815 ± 788 ตัว/ตารางเมตร) มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 3.098 ± 3.457 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร พบ *Ficopomatus* sp. เป็นชนิดเด่น 221 ตัว/ตารางเมตร (24.9%) รองลงมา *Ceratonereis burmensis* พบ 142 ตัว/ตารางเมตร (16.9%) *Nephtys* sp. 90 ตัว/ตารางเมตร (11.1%) *Sigambra phuketensis* 56 ตัว/ตารางเมตร (6.9%) *Leonnates decipiens* 29 ตัว/ตารางเมตร (3.6%) Nereidae larvae 28 ตัว/ตารางเมตร (3.4%) *Minusprio* sp.1 พบ 28 ตัว/ตารางเมตร (3.4%) *Namalycastis fauveli* 26 ตัว/ตารางเมตร (3.2%) ส่วนชนิดอื่นๆ อยู่ในช่วง 1-23 ตัว/ตารางเมตร (0.1-2.8%)

จากการเปรียบเทียบ ความชุกชุมและมวลชีวภาพ ในเชิงสถานี (ภาพประกอบ 14) พบว่า สถานี 1 มีความชุกชุมและมวลชีวภาพเฉลี่ยต่ำที่สุด สถานี 4 และ 5 มีจำนวนชนิดต่ำที่สุดในขณะที่ สถานี 6 มีความชุกชุมและมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงที่สุดและสถานี 9 มีจำนวนชนิดสูงที่สุด เมื่อพิจารณาแต่ละสถานี พบว่า ทุกสถานีมีความชุกชุม มวลชีวภาพ และจำนวนชนิด เพิ่มขึ้นจากเดือนเมษายน ยกเว้นที่สถานี 6 นอกจากนี้ที่สถานี 3 พบว่ามีความชุกชุมที่สูงมากในเดือนสิงหาคม แต่มวลชีวภาพมีค่าต่ำมาก เช่นเดียวกับสถานี 5 และ 6 ของเดือนตุลาคม

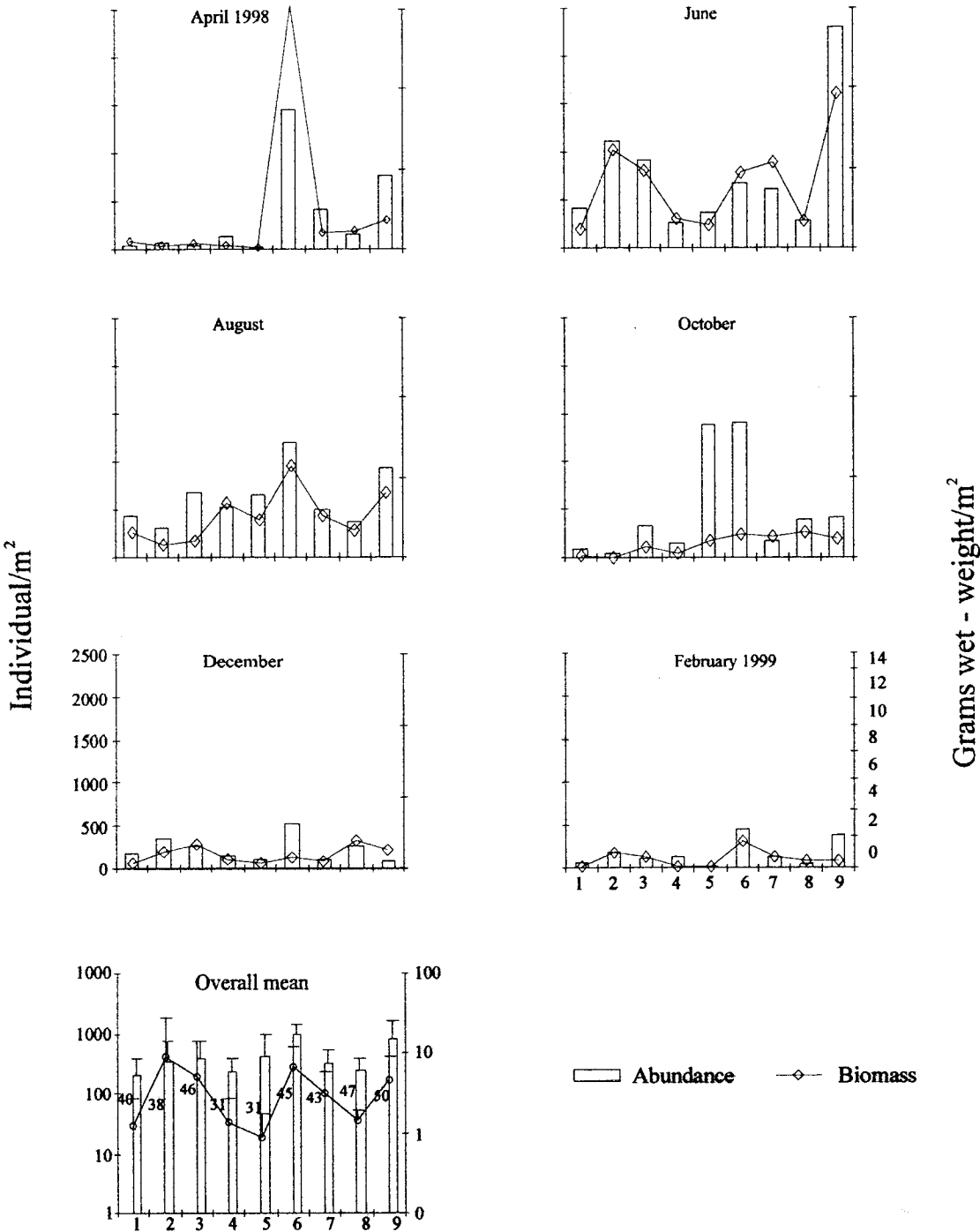
เมื่อพิจารณาในเชิงเวลา (ภาพประกอบ 15) พบว่า เดือนมิถุนายนมีความชุกชุมสูงที่สุด อยู่ในช่วง 264-2,309 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 772 ตัว/ตารางเมตร=29.5%ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1.2-9.7 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 4.1 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) เดือนกุมภาพันธ์ มีความชุกชุมต่ำสุดอยู่ในช่วง 22-445 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 173 ตัว/ตารางเมตร=6.6%ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.1-1.9 กรัม น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย

0.7 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) และที่ความซุกซุ่มเฉลี่ยสูงรองลงมาคือ เดือนสิงหาคมมีความซุกซุ่มอยู่ในช่วง 304-1193 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 618 ตัว/ตารางเมตร=23.6% ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.8-5.7 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 2.6 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) เดือนตุลาคม มีความซุกซุ่มอยู่ในช่วง 45-1,396 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 483 ตัว/ตารางเมตร=18.4% ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.04-1.54 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 0.83 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) เดือนเมษายน มีความซุกซุ่มอยู่ในช่วง 31-1462 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 346 ตัว/ตารางเมตร=13.2%ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.1-15.4 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 2.32 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) และเดือนธันวาคม มีความซุกซุ่มอยู่ในช่วง 98-525 ตัว/ตารางเมตร (เฉลี่ย 228 ตัว/ตารางเมตร=8.7%ของทั้งหมด) มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.3-2.0 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (เฉลี่ย 1.0 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามพบว่า เดือนมิถุนายนมีความซุกซุ่มและมวลชีวภาพสูงที่สุด เดือนสิงหาคมมีจำนวนชนิดสูงสุด ในขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ มีทั้งความซุกซุ่ม มวลชีวภาพและจำนวนชนิดต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละเดือน พบว่า เดือนเมษายน สิงหาคม ตุลาคม และกุมภาพันธ์ ที่สถานี 6 มีความซุกซุ่มและมวลชีวภาพสูง แต่เดือนธันวาคม แม้ว่าที่สถานี 6 จะมีความซุกซุ่มสูงที่สุดก็ตาม แต่มีมวลชีวภาพที่ต่ำ คล้ายๆกับเดือนเมษายน และ กุมภาพันธ์ ที่สถานี 9 นอกจากนี้จะเห็นอีกว่า เดือนตุลาคมแม้ว่าที่สถานี 7, 8 และ 9 จะมีความซุกซุ่มที่ค่อนข้างต่ำ แต่มวลชีวภาพยังคงมีสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่นๆ



ภาพประกอบ 14 เปรียบเทียบความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิคแต่ละสถานี และภาพรวมเชิงสถานีบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง



ภาพประกอบ 15 เปรียบเทียบความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิดแต่ละเดือน และภาพรวมของแอนเนลิดเชิงเวลา

จากการจัดกลุ่มตามระดับความชุกชุม (เฉลี่ยตัว/ตารางเมตร) และบทบาทการกินอาหารของแอนเนลิตที่พบทั้งหมดในทะเลหลวงตอนล่างสามารถสรุปได้ (ตาราง 1) ดังนี้คือ

กลุ่มที่มีความชุกชุมอยู่ในช่วง 20–81 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งพบ 9 ชนิด และ ตัวอ่อนของโพลีชีต 1 วงศ์ โดยพบ *Ceratonereis burmensis* เป็นชนิดเด่นมีความชุกชุมสูงที่สุด 81 ตัว/ตารางเมตร (18.6% ของแอนเนลิตทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ *Nephtys* sp. มีความชุกชุม 36 ตัว/ตารางเมตร (8.2%) *Minuspio* sp.1 มีความชุกชุม 30 ตัว/ตารางเมตร คิดเป็น 6.8 เปอร์เซ็นต์ *Sigambra phuketensis* มีความชุกชุม 25 ตัว/ตารางเมตร (5.8%) *Namalycastis indica* มีความชุกชุม 25 ตัว/ตารางเมตร (5.7%) *Ficopomatus* sp. มีความชุกชุม 25 ตัว/ตารางเมตร (5.7%) *Pseudopolydora kemp*i มีความชุกชุม 23 ตัว/ตารางเมตร (5.3%) *Terrebellidae* มีความชุกชุม 20 ตัว/ตารางเมตร (4.7%) *Minuspio* sp.2 มีความชุกชุม 19 ตัว/ตารางเมตร (4.4%) และ *Nereidae* larvae ซึ่งมีความชุกชุม 20 ตัว/ตารางเมตร (4.6%)

กลุ่มที่มีความชุกชุมอยู่ในช่วง 4–20 ตัว/ตารางเมตร พบ 14 ชนิดและตัวอ่อนของโพลีชีต 1 วงศ์ ได้แก่ *Imajima pholoe* มีความชุกชุม 12 ตัว/ตารางเมตร (2.8%) *Prionospio cirrifera*, มีความชุกชุม 10 ตัว/ตารางเมตร (2.2%) *Leonnates decipiens* มีความชุกชุม 8 ตัว/ตารางเมตร (1.9%) *Glycinde* sp. มีความชุกชุม 8 ตัว/ตารางเมตร (1.8%) *Ophiodromus* sp., มีความชุกชุม 7 ตัว/ตารางเมตร (1.6%) *Neanthes* cf. *mossambica*, มีความชุกชุม 7 ตัว/ตารางเมตร (1.5%) *Gyptis* sp. มีความชุกชุม 6 ตัว/ตารางเมตร (1.3%) *Mediomastus* sp. มีความชุกชุม 5 ตัว/ตารางเมตร (1.2%) *Namalycastis fauveli* มีความชุกชุม 5 ตัว/ตารางเมตร (1.2%) *Capitellides* sp. มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (1.0%) *Talehsapia annandalei* มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (0.9%) *Pseudopolydora* sp.1 มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (0.9%) *Pseudopolydora* sp.2 มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร คิดเป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์ *Heteromastus similis* มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (0.9%) *Heteromastus* sp. มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (0.9%) และ *Capitellidae* larvae มีความชุกชุม 4 ตัว/ตารางเมตร (0.9%)

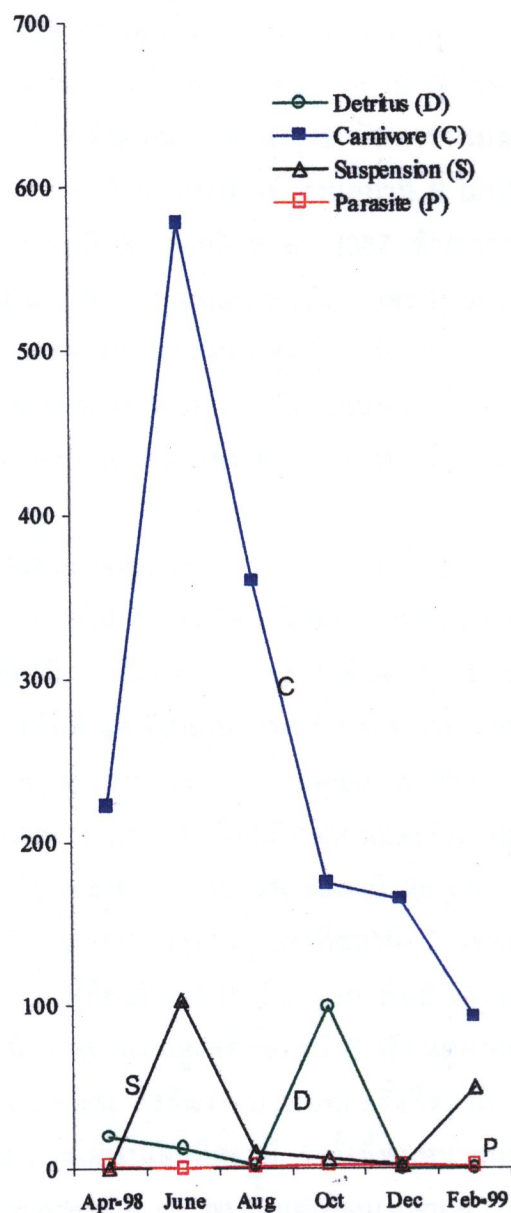
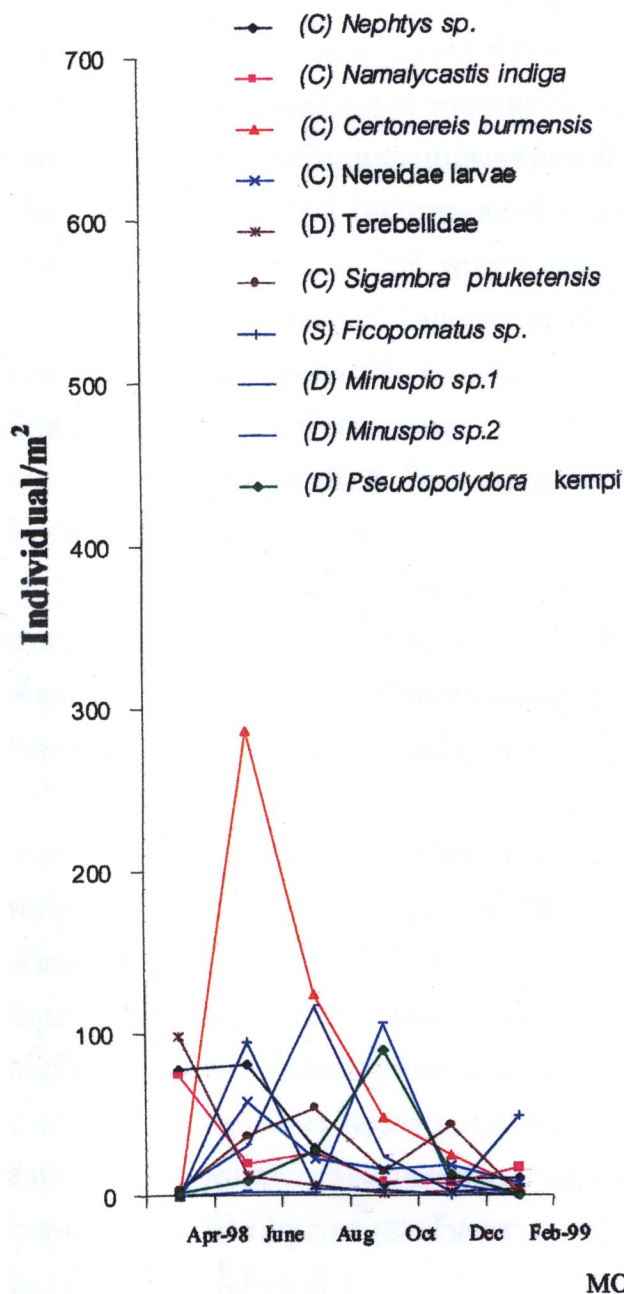
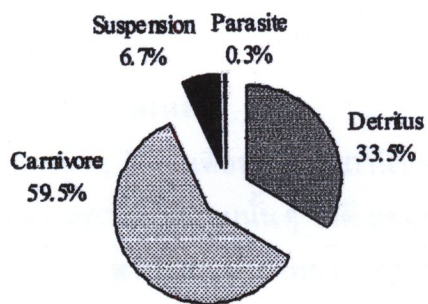
ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมีความชุกชุมค่อนข้างต่ำมาก อยู่ในช่วง 1-3 ตัว/ตารางเมตร พบ 38 ชนิดรวมทั้ง *Hirudinea* ด้วย และพบตัวอ่อนของโพลีชีต 8 วงศ์ ได้แก่ *Ficopomatus* sp., มีความชุกชุม 3 ตัว/ตารางเมตร (0.6%) *Lagis* sp. มีความชุกชุม 3 ตัว/ตารางเมตร (0.6%) *Neanthes talehsapensis*, มีความชุกชุม 2 ตัว/ตารางเมตร (0.5%) *Eteone* sp., มีความชุกชุม 2 ตัว/ตารางเมตร (0.5%) *Aglaophamus* sp., มีความชุกชุม 2 ตัว/ตารางเมตร (0.4%) *Leonnates* sp., มีความชุกชุม 2 ตัว/ตารางเมตร (0.4%) *Spionidae* larvae มีความชุกชุม 2 ตัว/ตารางเมตร (0.6%) และ *Nephtyidae* larvae มีความชุกชุม 3 ตัว/ตารางเมตร (0.8%)

ตาราง 1 บทบาทและความชุกชุม (เฉลี่ยตัว/ตารางเมตร) ของแอนเนลิดในแต่ละชนิด
(ยึดตาม Day, 1967 : 214 ; Long and Poiner, 1994 : 308 - 311)

D, detritus feeder ; C, carnivorous feeder ; S, suspension feeder ; P, parasite					
Taxa	Mode	Ind./m ²	Taxa	Mode	Ind./m ²
Capitellidae			<i>Neanthes</i> sp. Kinberg, 1866	C	1.8
<i>Capitastus</i> sp. Eisig, 1887	D	0.1	<i>Paraleonnates</i> sp.1 Khlebovich et al., 1962	C	0.6
<i>Capitella capitata</i> Fabricius, 1780	D	1.4	<i>Paraleonnates</i> sp.2 Khlebovich et al., 1962	C	0.1
<i>Capitellides</i> sp. Mesnil, 1897	D	4.5	<i>Platynereis</i> sp. Kinberg, 1866	C	0.3
<i>Heteromastus similis</i> . Eisig, 1887	D	3.5	Nereidae larvae	C	20.3
<i>Heteromastus</i> sp. Eisig, 1887	D	3.5	Opheliidae		
<i>Mediomastus</i> sp. Hartman, 1944	D	5.2	Opheliidae (unidentified sp.)	D	0.03
<i>Notomastus</i> sp. Sars, 1850	D	0.1	Pectinariidae		
<i>Parheteromastus</i> sp. Monro, 1937	D	0.7	<i>Lagis</i> sp. Malmgren, 1866	D	2.6.
Capitellidae larvae	D	4.0	Pectinariidae larvae	D	0.2
Cirratulidae			Terebellidae		
<i>Cirratulus</i> sp. Lamarck, 1818	D	0.03	<i>Lysilla panbanensis</i> Malmgren, 1866	D	0.6
Aphelochaetidae			Terebellidae (unidentified sp.)	D	20.4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	D	0.1	Phyllodoceidae		
Dorvilleidae			<i>Eteone</i> sp. Savigny, 1818	C	2.1
Dorvilleidae (unidentified sp.)	D	0.03	<i>Phyllodoce</i> sp. Savigny, 1881	C	0.3
Eunicidae			Phyllodoceidae larvae	C	0.1
<i>Marphysa</i> sp. Quatrefages, 1865	C	0.1	Pilargiidae		
Eunicidae larvae	C	0.03	<i>Sigambra phuketensis</i> Muller, 1858	C	25.4
Goniadidae			<i>Synelmis</i> sp. Chamberlin, 1919	C	0.3
<i>Glycinde</i> sp. Muller, 1858	C	7.6	<i>Talehsapia annandalei</i> Fauvel, 1932	C	3.9
<i>Goniada</i> sp. Augener, 1914	C	0.1	Pilargiidae larvae	C	0.6
Goniadidae larvae	C	0.5	Poecilochaetidae		
Hesionidae			<i>Poecilochaetus</i> sp. Claparede, 1875	D	1.6
<i>Bonuania</i> sp. Pillai, 1965	C	0.1	Polynoidae Malmgren, 1867		
<i>Gyptis</i> sp. Marion & Bbretzky, 1875	C	5.5	Polynoidae (unidentified sp.)	C	0.2
<i>Ophiodromus</i> sp. Sars, 1865	C	6.8	Sabellidae		
<i>Paraheione</i> sp. Pettibone, 1956	C	0.3	<i>Laonome</i> sp. Malmgren, 1866	S	0.4
Hesionidae larvae	C	0.2	<i>Sabellastarte</i> sp. Savigny, 1818	S	0.2
Nephtyidae			Serpulidae		
<i>Aglaophamus</i> sp. Kinberg, 1866	C	2.0	<i>Ficopomatus</i> sp. Southern, 1921	S	27.8
<i>Nephtys</i> sp. Southern, 1921	C	35.7	Pholoidae		
Nephtyidae larvae	C	3.4	<i>Imajima pholoe</i>	C	12.2
Nereidae			Spionidae		
<i>Ceratonereis</i> sp. Kinberg, 1866	C	0.8	<i>Minuspio</i> sp.1 Foster, 1971	D	29.6
<i>Dendronereis pinnaticirris</i> Peters, 1854	C	0.9	<i>Mimuspio</i> sp.2 Foster, 1971	D	19.4
<i>Leonnates decipiens</i> Fauvel, 1929	C	8.2	<i>Mimuspio</i> sp.3 Foster, 1971	D	1.3
<i>Leonnates persiaca</i> Kinberg, 1866	C	1.9	<i>Pseudopolydora</i> sp.1	D	3.8
<i>Ceratonereis burmensis</i> Kinberg, 1866	C	82.0	<i>Pseudopolydora</i> sp.2	D	3.7
<i>Leonnates</i> sp. Kinberg, 1866	C	1.6	<i>Prionospio cirrifer</i> Wire'n, 1883	D	9.7
<i>Namalycastis fauveli</i> Takahashi, 1933	C	5.0	<i>Prionospio</i> sp. Malmgren, 1867	D	0.4
<i>Namalycastis indica</i> Takahashi, 1933	C	25.1	<i>Pseudopolydora kemp</i> Czerniavsky, 1881	D	23.3
<i>Neanthes mossambica</i> Kinberg, 1866	C	6.6	Spionidae larvae	D	2.5
<i>Neanthes talehsapensis</i> Kinberg, 1866	C	2.3	Hirudinea	P	1.2

ส่วนชนิดอื่นๆในกลุ่มนี้มีความชุกชุมประมาณ 1 ตัว/ตารางเมตร และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่า 0.4%

นอกจากนี้สามารถแบ่งกลุ่มของแอนเนลิตในทะเลหลวงตอนล่างตามบทบาทของการกินอาหาร ได้ 4 กลุ่ม (ภาพประกอบ 16a) กล่าวคือ กลุ่มกินเนื้อ (carnivore 59.5%) กลุ่มกินซากอินทรีย์ (detritus feeder 33.5%) กลุ่มกินตะกอนแขวนลอย (suspension feeder 6.7%) และกลุ่มพาราไซต์ (parasite 0.3%) โดยแต่ละกลุ่มมีชนิดเด่นที่แตกต่างกัน (ภาพประกอบ 16b) คือ กลุ่มกินเนื้อ ได้แก่ *Ceratonereis burmensis*, *Nephtys* sp., *Sigambra phuketensis*, *Namalycastis indica* และตัวอ่อนของ Nereidae กลุ่มกินซากอินทรีย์ ได้แก่ *Minuspio* sp.2, *Pseudopolydora kemp*i และ Terebellidae และกลุ่มกินตะกอนแขวนลอย ได้แก่ *Ficopomatus* sp. อย่างไรก็ตามแต่ละชนิดในแต่ละกลุ่มแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา (ภาพประกอบ 16c) พบว่าในทะเลหลวงตอนล่างมีแอนเนลิตกลุ่มกินเนื้อมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ตลอดทั้งปี แต่พอจะสังเกตได้ว่าช่วงเดือนมิถุนายน กลุ่มกินเนื้อเพิ่มขึ้นโดยมี *Ceratonereis burmensis*, *Nephtys* sp., *Sigambra phuketensis* และตัวอ่อนของ Nereidae เป็นชนิดที่พบมาก ส่วนกลุ่มกินตะกอนแขวนลอยก็เพิ่มขึ้นด้วย โดยมี *Ficopomatus* sp. เป็นชนิดเด่น แต่จำนวนน้อยกว่าในขณะที่กลุ่มกินซากอินทรีย์ลดลง แต่ในเดือนตุลาคม กลุ่มกินเนื้อและกินตะกอนลดลงในขณะที่กลุ่มกินซากอินทรีย์เพิ่มขึ้นโดยมี *Minuspio* sp.2 และ *Pseudopolydora kemp*i เป็นชนิดที่พบมาก แต่เมื่ออย่างเข้าฤดูฝน เดือนธันวาคมพวกกินซากอินทรีย์ลดลงในขณะที่มีตัวอ่อนของพวกกินเนื้อเริ่มมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กลุ่มกินตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนกลุ่มพาราไซต์ พบน้อยมาก จึงไม่มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลง



ภาพประกอบ 16 การเปลี่ยนแปลงและบทบาทของแอนเนลิตบริเวณทะเลหลวงตอนล่างในรอบปี

2.2 การแพร่กระจายของแอนเนลิด

แอนเนลิดหลายชนิดพบได้ทุกเดือน ทุกสถานีของการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ดี แต่แอนเนลิดอีกหลายชนิดที่พบเฉพาะพื้นที่และเฉพาะช่วงเวลา (ตาราง 2) สามารถแบ่งตามการแพร่กระจายของชนิดเด่นได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

กลุ่มที่พบทุกเดือนได้แก่ *Terebellidae* ไม่พบที่สถานี 3, 4 และ 5 แต่สถานี 6 พบทุกเดือน และสถานี 7 ไม่พบเฉพาะเดือนธันวาคม ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 6 เดือนเมษายน (855 ตัว/ตารางเมตร) *Namalycastis indica* พบทุกสถานี โดยเฉพาะสถานี 6 พบทุกเดือน สถานี 7 ไม่พบเฉพาะเดือนสิงหาคม ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 6 เดือนเมษายน จำนวน 542 ตัว/ตารางเมตร *Minuspio* sp.1 พบทุกสถานี โดยเฉพาะสถานี 9 ไม่พบเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนสถานี 5 ไม่พบเฉพาะเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 3 เดือนสิงหาคม (387 ตัว/ตารางเมตร) *Nephtys* sp. พบทุกสถานี โดยเฉพาะสถานี 3, 4 และ 8 พบทุกเดือน สถานี 1 และ 2 ไม่พบเฉพาะเดือนตุลาคม ส่วนสถานีอื่นๆพบกระจายในแต่ละเดือนพบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 9 เดือนมิถุนายน จำนวน 273 ตัว/ตารางเมตร *Sigambra phuketensis* พบทุกสถานีโดยเฉพาะสถานี 2 และ 9 พบทุกเดือน สถานี 8 ไม่พบเฉพาะเดือนธันวาคม พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 1 เดือนสิงหาคม (176 ตัว/ตารางเมตร)

กลุ่มที่พบในระดับความถี่รองลงมา ได้แก่ *Pseudopolydora kemp* พบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม พบทุกครั้งที่สถานี 7 และไม่พบเลยที่สถานี 4 ส่วนที่สถานี 6 และ 8 พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงธันวาคม ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 6 เดือนตุลาคม (771 ตัว/ตารางเมตร) *Prionospio cirrifera* พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง กุมภาพันธ์ แต่เดือนกุมภาพันธ์ พบเฉพาะสถานี 9 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 5 เดือนตุลาคม (682 ตัว/ตารางเมตร) *Ceratonereis burmensis* พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง กุมภาพันธ์ พบทุกครั้งที่สถานี 1 และ 3 เดือนมิถุนายนและสิงหาคม พบทุกสถานี เดือนธันวาคมไม่พบเฉพาะสถานี 7 ส่วนเดือนตุลาคม ไม่พบเฉพาะสถานี 28 และ 9 เดือนกุมภาพันธ์ พบเฉพาะสถานี 1, 2, 3 และ 7 ทั้งนี้พบความชุกชุมสูงสุดที่สถานี 2 เดือนมิถุนายน 616 ตัว/ตารางเมตร *Mediomastus* sp. พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง กุมภาพันธ์ พบทุกครั้งที่สถานี 2 และ 3 ไม่พบเลยที่สถานี 5 และ 6 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 8 เดือนตุลาคม จำนวน 60 ตัว/ตารางเมตร *Glyptis* sp. พบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม พบทุกครั้งที่สถานี 9 ส่วนสถานี 3 ไม่พบเฉพาะเดือนเมษายนและกุมภาพันธ์ และไม่พบเลยที่สถานี 4 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 8 เดือนมิถุนายน (53 ตัว/ตารางเมตร) *Ophiodromus* sp. พบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม พบทุกครั้งที่สถานี 1

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ของการแพร่กระจาย(สถานี), ความหนาแน่นสูงสุดและเดือนที่พบ
ตัวเลขที่ขีดเส้นใต้แสดงสถานีที่มีความหนาแน่นสูงสุด

Taxa	Max density (ind m ⁻²)	Distribution occurrence (station no.)					
		April	June	August	October	December	February
Annelida							
Polychaeta							
Capitellidae							
<i>Capitastus</i> sp.	2	<u>2</u>	<u>2</u>				
<i>Capitella capitata</i>	24				12356	13 <u>69</u>	
<i>Capitellides</i> sp.	155		56789	<u>567</u>			
<i>Heteromastus similis</i>	30	23589	24789	123456789	234589	23789	123789
<i>Heteromastus</i> sp.	30	23589	24789	123456789	2345 <u>89</u>	23789	123789
<i>Mediomastus</i> sp.	64		1238	1237 <u>8</u>	1234789	237	23
<i>Notomastus</i> sp.	2				<u>7</u>		<u>7</u>
<i>Parheteromastus cf. tenuis</i>	11	2	12	<u>123</u>			
Capitellidae larvae	45		1	13	12358	1234679	12367
Cirratulidae							
<i>Cirratulus</i> sp.	2			<u>3</u>			
Cossuridae							
<i>Aphelocheata</i> sp.	4		3	<u>3</u>			
Dorvilleidae							
Unidentified sp	2	<u>1</u>					
Eunicidae							
<i>Marphysa</i> sp.	2			2	2		
Eunicidae larvae	2	<u>1</u>					
Goniadidae							
<i>Glycinde</i> sp.	102			1346789	12345678 <u>9</u>	123	
<i>Goniada</i> sp.	2	<u>2</u>		<u>1</u>			
Goniadidae larvae	22			7		<u>123</u>	
Hesionidae							
<i>Bonuania</i> sp.	2			<u>67</u>	<u>69</u>		
<i>Gyptis</i> sp.	53	189	123 <u>89</u>	1236789	356789	39	
<i>Ophiodromus</i> sp.	62	1	123 <u>9</u>	1356789	1356789	1	
<i>Parahesion</i> sp.	5			<u>137</u>			
Hesionidae larvae	2			<u>7</u>	<u>9</u>	<u>258</u>	
Nephtyidae							
<i>Aglaophamus</i> sp.	40	124789	347				
<i>Nephtys</i> sp.	273	12345789	12345678 <u>9</u>	12346789	34578	123468	1234678
Nephtyidae larvae	53			3	4	12456 <u>89</u>	123456789
Nereidae							
<i>Ceratonereis burmensis</i>	618	8	123456789	123456789	13456789	1235679	12347
<i>Ceratonereis</i> sp.	22	238 <u>9</u>					
<i>Dendronereis pinnaticirris</i>	31	<u>9</u>	9	9	8		
<i>Leonnates decipiens</i>	171	24 <u>9</u>	12349	4678	6		
<i>Leonnates persiaca</i>	7	8	249	<u>68</u>	8		
<i>Leonnates</i> sp.	35		679	<u>82</u>	6	9	
<i>Namalycastis faurveli</i>	84	27 <u>9</u>	23689	79	4	468	39
<i>Namalycastis indica</i>	542	2356789	3456789	3456	14678	45678	<u>67</u>
<i>Neanthes cf. mossambica</i>	127	136	<u>6</u>	689	6	6	16789
<i>Neanthes talehsapensis</i>	58	<u>6</u>	67	69	6	6	
<i>Neanthes</i> sp.	73					6	<u>679</u>
<i>Paraleonnates</i> sp.1	4		24	3578	<u>57</u>	23689	
<i>Paraleonnates</i> sp.2	7		<u>8</u>				
<i>Platynereis</i> sp.	18	<u>9</u>					
Nereidae larvae	135	1	123589	1234569	123456789	12346789	12369
Opheliidae							
Unidentified sp.	2				<u>9</u>		
Pectinariidae							
<i>Lagis</i> sp.	42	67	7	<u>67</u>	67	3689	134
Pectinariidae larvac	5					<u>68</u>	78
Phyllodocidae							
<i>Eteone</i> sp.	45		567	2345 <u>6</u>	68		

ตาราง 2 (ต่อ)

Taxa	Max density (ind m ⁻²)	Distribution occurrence (station no.)					
		April	June	August	October	December	February
Phyllodoce sp.	5				569	6	
Phyllodocidae larvae	4					6	3
Pilargiidae							
<i>Sigambra phuketensis</i>	176	289	1234789	1234689	1234689	1235679	8
<i>Synelmis</i> sp.	5	3	9	13	3		
<i>Talehsapia amandalei</i>	47	12	12348	123458	13	1235	
Pilargiidae larvae	7		1		9	19	123
Poecilochaetidae							
<i>Poecilochaetus</i> sp.	62	238	1389	7			
Polynoidae							
Unidentified sp.	4			39	38		
Sabellidae							
<i>Laonome</i> sp.	7			56		468	
<i>Sabellastarte</i> sp.	7		67				
Serpulidae							
<i>Ficopomatus</i> sp.	909		3682	682	6		482
Pholoidae							
<i>Imajima pholoe</i>	115	6	123478	35679	34678	1234678	12346789
Spionidae							
<i>Minuspio</i> sp. 1	387	459	123456789	123456789	2569	29	1
<i>Minuspio</i> sp. 2	73	12478	3458	13456789	35672	67	346789
<i>Minuspio</i> sp. 3	22		5	59	2345678	5	
<i>Pseudopolydora kempi</i>	771	57	356789	12356789	678	678	
<i>Pseudopolydora</i> sp. 1	71	79		16	1234568	6	
<i>Pseudopolydora</i> sp. 2	87	478	5	389	13589		6
<i>Prionospio cirrifera</i>	682		2568	12378	3456789	2459	9
<i>Prionospio</i> sp.	5		8	168	138		
Spionidae larvae	45			79	459	123456789	6
Terebellidae							
<i>Lysilla panbanensis</i>	11			12378			
Unidentified sp.	855	679	167	67	67	68	267
Hirudinea							
Unidentified sp.	11	9	78	689	672	14589	5678

ส่วนสถานี 3 ไม่พบเฉพาะเดือนเมษายน ธันวาคมและกุมภาพันธ์ และไม่พบเลยที่สถานี 4 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 9 เดือนมิถุนายน (62 ตัว/ตารางเมตร) *Talehsapia annandalei* พบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม พบทุกครั้งที่สถานี 1 สถานี 2 ไม่พบเฉพาะเดือนตุลาคม สถานี 3 ไม่พบเฉพาะเดือนเมษายน และไม่พบเลยที่สถานี 6,7 และ 9 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 4 เดือนสิงหาคม (47 ตัว/ตารางเมตร) *Pseudopolydora* sp.1 พบตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงตุลาคม และกุมภาพันธ์ พบทุกครั้งที่สถานี 8 และไม่พบเลยที่สถานี 2 และ 7 ทั้งนี้พบหนาแน่นสูงสุดที่สถานี 9 เดือนสิงหาคม (87 ตัว/ตารางเมตร) ส่วนชนิดอื่นๆ มีความถี่ของการพบในแต่ละสถานี และแต่ละเดือนน้อย อีกทั้งความชุกชุมก็น้อยด้วย

นอกจากนี้ยังพบแอนเนลิตวียอ่อนหลายชนิด โดยสังเกตเห็นว่าแอนเนลิตวียอ่อนส่วนใหญ่พบในเดือนสิงหาคม ไปจนถึงกุมภาพันธ์ ได้แก่ Nereidae larvae พบเป็นชนิดเด่น พบทุกเดือนโดยเฉพาะที่สถานี 1 ส่วนสถานี 2, 3 และ 9 พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงกุมภาพันธ์ ทั้งนี้มีความชุกชุมสูงสุดที่สถานี 1 เดือนมิถุนายน (135 ตัว/ตารางเมตร) Capitellidae larvae พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงกุมภาพันธ์ พบทุกครั้งที่สถานี 1 Goniadidae larvae พบในเดือนสิงหาคมเฉพาะสถานี 7 และธันวาคม พบเฉพาะสถานี 1, 2 และ 3 Hesionidae larvae พบในเดือนสิงหาคม ที่สถานี 7 ตุลาคม ที่สถานี 9 และธันวาคม ที่สถานี 2, 5 และ 8 Nephtyidae larvae พบในเดือนสิงหาคม เฉพาะสถานี 3 ตุลาคม เฉพาะสถานี 4 ธันวาคม พบยกเว้นสถานี 3 และ 7 และกุมภาพันธ์ พบทุกสถานี Pectinariidae larvae พบในเดือนธันวาคม เฉพาะสถานี 6 และ 8 กุมภาพันธ์ เฉพาะสถานี 7 และ 8 Phyllodocidae larvae พบในเดือนธันวาคม เฉพาะสถานี 6 และกุมภาพันธ์ เฉพาะสถานี 3 Pilargiidae larvae พบในเดือนมิถุนายน เฉพาะสถานี 1 ตุลาคม เฉพาะสถานี 9 ธันวาคม เฉพาะสถานี 1 และ 9 และกุมภาพันธ์ เฉพาะสถานี 1, 2 และ 3 Spionidae larvae พบในเดือนสิงหาคม เฉพาะสถานี 7 และ 9 ตุลาคม เฉพาะสถานี 4, 5 และ 9 ธันวาคม พบทุกสถานี และกุมภาพันธ์ เฉพาะสถานี 6 ส่วน Eunicidae larvae พบเฉพาะเดือนเมษายน สถานี 1 เพียงสถานีเดียว

3. การวิเคราะห์ผลเพื่อหาโครงสร้างของประชาคมแอนเนลิต

3.1 การวิเคราะห์ Univariate

ผลการวิเคราะห์ univariate ได้แก่ ความชุกชุม (ตัว/ตารางเมตร) Shannon-Wiener's diversity indices, evenness และ species richness ซึ่งจากการศึกษาทั้งในเชิงสถานีและเชิงเวลา ได้ผลดังนี้ คือ

3.1.1 Univariate analysis เชิงสถานี มีจำนวนชนิดอยู่ระหว่าง 30-49 ชนิด โดยพบสูงสุดที่สถานี 9 และต่ำสุดที่สถานี 4 และ 5 ความชุกชุมเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 205-949 ตัว/ตารางเมตร โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ สถานี 6 และ 1 ตามลำดับ ส่วน Shannon-Wiener's diversity indices,

evenness และ species richness มีค่าอยู่ระหว่าง 1.9-3.2, 0.6-0.8 และ 4.9-8.3 ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 3 ค่า univariate analysis ของแอนเนลิดในเชิงสถานี

	สถานี								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
จำนวนชนิด	40	38	45	30	30	43	44	46	49
ความชุกชุมเฉลี่ย(ตัว/ม ²)	205	343	389	227	427	949	319	255	815
Shannon	2.67	2.32	2.59	2.36	1.89	2.63	2.40	3.18	2.67
Evenness	0.73	0.64	0.68	0.69	0.55	0.69	0.64	0.83	0.68
Richness	7.33	6.34	7.55	5.53	4.95	6.42	7.29	8.30	7.31

3.1.2 Univariate analysis เชิงเวลา มีจำนวนชนิดอยู่ระหว่าง 27-52 ชนิด โดยพบสูงสุด เดือน สิงหาคม และต่ำสุดเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ความชุกชุมเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 173-772 ตัว/ตาราง เมตร โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุด เดือนมิถุนายน และ กุมภาพันธ์ 2542 ตามลำดับ ส่วน Shannon-Wiener's diversity indices, evenness และ species richness มีค่าอยู่ระหว่าง 2.2-2.9, 0.6-0.8 และ 5.4-8.3 ตามลำดับ (ตาราง 4)

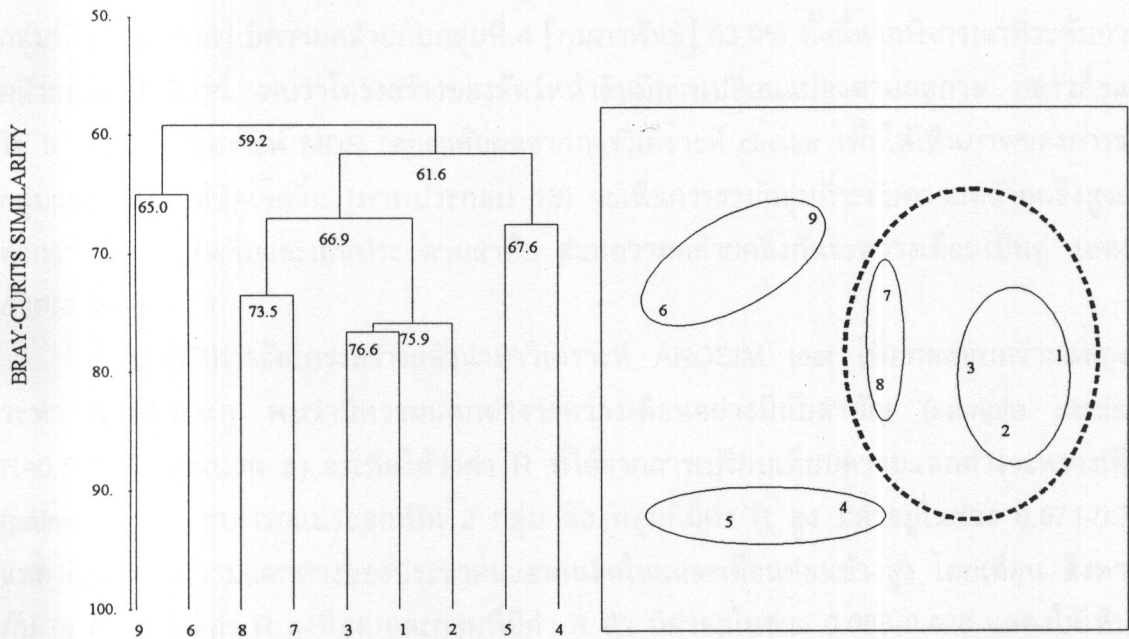
ตาราง 4 ค่า univariate analysis ของสัตว์หน้าดินในเชิงเวลา

	เดือน					
	เม.ย 2541	มิ.ย.	ส.ค.	ต.ค.	ธ.ค.	ก.พ. 2542
จำนวนชนิด	35	43	52	47	39	27
ความชุกชุมเฉลี่ย (ตัว/ม ²)	346	772	618	483	228	173
Shannon	2.15	2.40	2.89	2.79	2.82	2.50
Evenness	0.61	0.63	0.72	0.72	0.77	0.74
Richness	5.65	6.62	8.25	7.77	7.00	5.44

3.2 การวิเคราะห์ multivariate

3.2.1 Multivariate analysis เชิงสถานี วิเคราะห์ด้วย CLUSTER สามารถ แบ่งโครงสร้างประชาคมของแอนเนลิด ออกเป็นกลุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยภาพเดนโดรแกรม (ภาพประกอบ 17) พบว่า โครงสร้างของแอนเนลิดมีความคล้ายคลึงกันในระดับปานกลาง (59.2%) อย่างไรก็ตามหากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 65.0% อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งกลุ่มสถานีได้ 3 กลุ่ม โดย

กลุ่มที่ 1 [1-2-3-7-8] มีความคล้ายคลึงกัน 67.0% กลุ่มที่ 2 [4-5] มีความคล้ายคลึงกัน 67.6% และกลุ่มที่ 3 [6-9] มีความคล้ายคลึงกัน 65.0% หากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงสูงกว่นี้จะสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้มากขึ้น เมื่อวิเคราะห์ MDS โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ cluster เพื่อให้เห็นภาพของการรวมกลุ่มของแต่ละสถานีได้ชัดเจนขึ้น (ภาพประกอบ 18) และแสดงให้เห็นถึงการแบ่งกลุ่มในระดับความคล้ายคลึงที่สูงขึ้น จากวงเส้นที่บ่งชี้ที่อยู่ภายในเส้นประ ส่วนความคล้ายคลึงกันระหว่างสถานีเป็นคู่ๆ แสดงในภาคผนวก 2



ภาพประกอบ 17 เดนโดแกรม ของการจัดกลุ่มแอนเนลิต และ MDS โดยแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ cluster (Stress=0.03) เชิงสถานี

เมื่อทำการจัดโครงสร้างแล้วนำมาวิเคราะห์ ANOSIM test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญ (sample statistic, $R=0.212$) (ภาคผนวก 4) จะเห็นได้ว่าค่า R ที่ได้จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสถานี (pairwise test) มีค่าต่ำมาก โดยอยู่ในช่วง $-0.007-0.478$ แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างสถานีน้อยมาก ยกเว้นการเปรียบเทียบระหว่างสถานี 1 กับ 6 ซึ่งมีค่า $R=0.654$ แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันในระดับปานกลาง

จากผลการจัดกลุ่มของแอนเนลิตในเชิงสถานี ที่ระดับ 65% ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่มนั้น เมื่อวิเคราะห์เพื่อต้องการทราบว่าแอนเนลิตชนิดใดมีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มแต่ละกลุ่ม ด้วยโปรแกรม SIMPER พบว่า ชนิดที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการแยกกลุ่มโดยเปรียบเทียบแต่ละกลุ่ม (ตาราง 5) คือ

กลุ่ม 1 กับ 2 ได้แก่ *Ceratonereis burmensis* (5.62%) กลุ่ม 1 กับ 3 ได้แก่ *Namalycastis indica* (4.48%) กลุ่ม 2 กับ 3 ได้แก่ *Namalycastis indica* (4.73%)

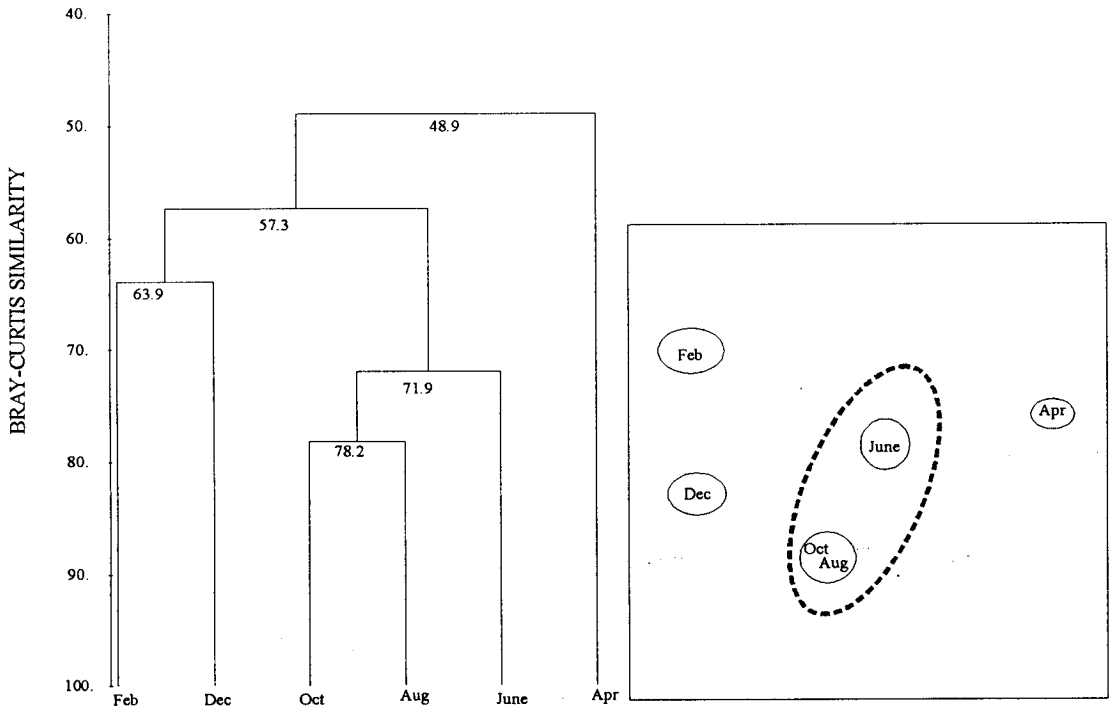
3.2.2 Multivariate indices เชิงเวลา สามารถแบ่งโครงสร้างประชาคมของแอนเนลิตออกเป็นกลุ่มๆ โดยการวิเคราะห์ cluster ซึ่งแสดงให้เห็นด้วยภาพ เดนไดรแกรม (ภาพประกอบ 18) พบว่า มีความคล้ายคลึงกันค่อนข้างต่ำ (48.9%) อย่างไรก็ตามหากพิจารณาแบ่งกลุ่มที่ระดับความคล้ายคลึง 65.0% สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 [เมษายน] มีความคล้ายคลึงกับเดือนอื่นๆ ค่อนข้างต่ำ (48.9%) กลุ่มที่ 2 [มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม] มีความคล้ายคลึงกัน 71.9% กลุ่มที่ 3 [ธันวาคม] มีความคล้ายกับกลุ่มที่ 4 [กุมภาพันธ์] 63.9% ทั้งนี้หากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึงที่ต่ำกว่านี้ พบว่าโครงสร้างของสัตว์หน้าดินมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล กล่าวคือแบ่งได้ 3 กลุ่ม เมื่อวิเคราะห์ MDS โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ cluster เพื่อให้เห็นภาพของการรวมกลุ่มแต่ละเดือนได้ชัดเจนขึ้น (ภาพประกอบ 18) จะเห็นการรวมกลุ่มที่ระดับความคล้ายคลึงสูงและต่ำกว่า ด้วยวงเส้นทึบและเส้นประ ตามลำดับ ส่วนความคล้ายคลึงกันระหว่างเดือนเป็นคู่ แสดงในภาคผนวก 3

เมื่อทำการจัดโครงสร้างแล้วนำมาวิเคราะห์ ANOSIM test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างเดือนต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างเดือนอย่างมีนัยสำคัญ (sample statistic, $R=0.533$) (ภาคผนวก 5) จะเห็นได้ว่าค่า R ที่ได้จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเดือน (pairwise test) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่า R สูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.571-0.776 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของประชาคมแอนเนลิตในแต่ละเดือนค่อนข้างสูง โดยเดือน สิงหาคม กับ กุมภาพันธ์ มีค่า R สูงที่สุด และกลุ่มที่มีค่า R ต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.088-0.428 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของประชาคมแอนเนลิตในแต่ละเดือนค่อนข้างต่ำ โดยเดือนมิถุนายน กับสิงหาคม มีความแตกต่างของโครงสร้างแอนเนลิตน้อยที่สุด

ตาราง 5 แอนเนลิตชนิดที่มีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มเชิงस्थานี ที่สูงกว่า 2 เปอร์เซนต์

Percentage of dissimilarity between groups					
No.	1&2	No.	1&3	No.	2&3
20	5.62	17	4.48	17	4.71
41	4.41	20	4.02	20	4.58
6	4.34	30	3.59	63	4.00
30	4.16	63	3.56	25	3.89
29	4.00	25	3.32	30	3.77
1	3.53	6	3.25	41	3.57
42	3.38	39	3.00	66	3.51
43	3.24	66	2.97	43	3.17
52	3.12	43	2.91	29	3.11
17	3.08	41	2.89	6	3.03
32	2.99	29	2.85	39	3.00
7	2.79	1	2.80	1	2.98
59	2.73	16	2.55	42	2.94
33	2.62	12	2.34	16	2.76
39	2.39	52	2.28	26	2.46
19	2.36	10	2.26	12	2.36
10	2.35	26	2.25	46	2.19
12	2.22	59	2.19	18	2.14
18	2.05	33	2.11	32	2.07

หมายเหตุ 1) No. แทนชื่อของแอนเนลิต ดังแสดงใน ผนก 6
2) แอนเนลิตชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้รายงาน พบว่ามีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มในระดับ
ที่ต่ำกว่า 2 เปอร์เซนต์



ภาพประกอบ 18 เคนโครแกรม ของการจัดกลุ่มแอนเนลิต และ MDS โดยแบ่งกลุ่มตามผล
การวิเคราะห์ cluster (stress 0.01) ในเชิงเวลา

จากผลการจัดกลุ่มของแอนเนลิตในเชิงเวลา ที่ระดับ 65% ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม นั้น เมื่อวิเคราะห์เพื่อต้องการทราบว่าแอนเนลิตชนิดใดมีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มแต่ละกลุ่ม ด้วยโปรแกรม SIMPER พบว่า ชนิดที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการแยกกลุ่มโดยเปรียบเทียบแต่ละกลุ่ม (ตาราง 6) คือ กลุ่ม 1 กับ 2 ได้แก่ *Ceratonereis burmensis* (7.11%) กลุ่ม 1 กับ 3 ได้แก่ *Ceratonereis burmensis* (5.17%) กลุ่ม 1 กับ 4 ได้แก่ ตัวอ่อนของ *Nephtyidae* (6.94%) กลุ่ม 2 กับ 3 ได้แก่ *Minuspio* sp.1 (4.34%) กลุ่ม 2 กับ 4 ได้แก่ *Ceratonereis burmensis* (5.82%) กลุ่ม 3 กับ 4 ได้แก่ *Sigambra phuketensis* (6.34%)

ตาราง 6 แอนเนลิตชนิดที่มีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มเชิงเวลา ที่สูงกว่า 2 เปอร์เซนต์

Percentage of dissimilarity between groups											
No.	1&2	No.	1&3	No.	1&4	No.	2&3	No.	2&4	No.	3&4
20	7.11	20	5.17	32	6.94	41	4.34	20	5.82	6	6.34
29	4.30	1	5.01	17	6.36	20	4.21	41	4.55	46	5.46
41	4.08	6	4.84	1	5.68	46	3.60	32	4.25	20	4.95
6	3.95	46	4.76	30	5.59	1	3.57	6	4.23	1	4.35
17	3.68	30	4.75	63	4.34	6	3.53	29	3.46	29	4.24
30	3.53	29	4.39	31	4.18	30	3.41	30	3.10	59	4.00
63	3.06	17	4.06	66	3.87	39	3.07	17	3.09	17	3.94
33	2.97	59	4.05	43	3.65	59	3.01	10	2.99	30	3.91
10	2.94	32	3.57	25	3.54	32	2.97	66	2.98	43	3.85
39	2.89	31	3.27	59	3.53	10	2.96	33	2.95	66	3.65
31	2.79	63	3.15	29	3.15	42	2.95	1	2.91	25	3.48
42	2.76	43	2.85	24	2.69	43	2.95	39	2.90	42	3.17
43	2.74	42	2.56	41	2.59	33	2.82	43	2.79	32	3.06
52	2.73	68	2.33	20	2.51	17	2.73	42	2.70	68	2.51
12	2.58	39	2.17	18	2.37	29	2.70	52	2.65	60	2.33
18	2.57	41	2.17	68	2.36	12	2.57	25	2.61	27	2.32
7	2.38	24	2.10	48	2.33	52	2.52	12	2.60	63	2.25
1	2.15			16	2.31	7	2.39	59	2.52	52	2.20
38	2.04			38	2.16			7	2.35	7	2.20
				27	2.15					22	2.20
										9	2.18
										57	2.11

หมายเหตุ 1) No. แทนชื่อของแอนเนลิต ดังแสดงใน ผนก 6
2) แอนเนลิตชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้รายงาน พบว่ามีอิทธิพลต่อการแยกกลุ่มในระดับ
ที่ต่ำกว่า 2 เปอร์เซนต์

4. สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมของแอนเนลิด

4.1 การวิเคราะห์ ค่าสหสัมพันธ์เชิงสถานะ (Best variable combinations, ρ_w)

วิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวเดียวที่มีผลต่อปริมาณและชนิดของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างสูงสุด คือ ไนโตรเจนรวมในดิน (0.41') (ตาราง 7) เมื่อวิเคราะห์โดยรวมปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 13 ปัจจัย พบว่ามีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.738' ซึ่งมีความสัมพันธ์ปานกลาง อันประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ % Silt ไนโตรเจนรวมในตะกอนดิน ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และอุณหภูมิของน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุดเมื่อประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกตัวแปร ($\rho_w=0.43$) (ตาราง 8)

ตาราง 7 สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละตัวแปรกับประชาคมแอนเนลิดเชิงสถานะ

k	Clay	Silt	Sand	OC	OM	TN	pHs	Depth	pHw	DO	TSS	Sal	Temp
ρ_w	0.13	0.11	-0.49	0.12	0.12	0.41 *	-0.25	-0.38	0.02	0.22	-0.04	0.10	0.05

ตาราง 8 ค่า Harmonic rank correlation coefficient (weighted spearman) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแอนเนลิด ในทะเล หลวงตอนล่างเชิงสถานะ

k	Best variable combinations (ρ_w)												
1	0.409	TN											
2	0.578	TN DO											
3	0.702	Silt TN DO											
4	0.738 *	Silt TN DO Temp											
5	0.697	Clay Silt TN DO Temp											
6	0.654	Clay Silt Sand TN DO Temp											
7	0.636	Silt Sand OC TN DO TSS Temp											
8	0.619	Clay Silt Sand OC TN DO TSS Temp											
9	0.587	Clay Silt Sand OC OM TN pHw DO Temp											
10	0.571	Clay Silt Sand OC OM TN pHw DO TSS Temp											
11	0.517	Clay Silt Sand OC OM TN Depth pHw DO Sal Temp											
12	0.465	Clay Silt Sand OC OM TN pHs pHw DO TSS Sal Temp											
13	0.427	Clay Silt Sand OC OM TN pHs Depth pHw DO TSS Sal Temp											

k หมายถึง จำนวนตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์

4.2 การวิเคราะห์ ค่าสหสัมพันธ์เชิงเวลา

พิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวเดียวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและชนิดของแอนเนลิตในทะเลหลวงตอนล่างสูงสุด คือ อินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ ซึ่งมีค่าเท่ากัน (0.85^{*}) (ตาราง 9) เมื่อวิเคราะห์โดยรวมปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 13 ปัจจัย (น้ำและตะกอนดิน) พบว่ามีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.882^{*} ซึ่งมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง อันประกอบด้วย 5 ปัจจัย คือ % Silt อินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุ พีเอชของตะกอนดิน และอุณหภูมิของน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุดเมื่อประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกตัวแปร ($\rho_w=0.69$) (ตาราง 10)

ตาราง 9 สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละตัวแปรกับประชาคมแอนเนลิต เชิงเวลา

k	Clay	Silt	Sand	OC	OM	TN	pHs	Depth	pHw	DO	TSS	Sal	Temp
ρ_w	-0.05	-0.11	-0.41	0.85 [*]	0.85 [*]	0.40	-0.08	0.22	0.24	0.09	0.17	0.55	0.47

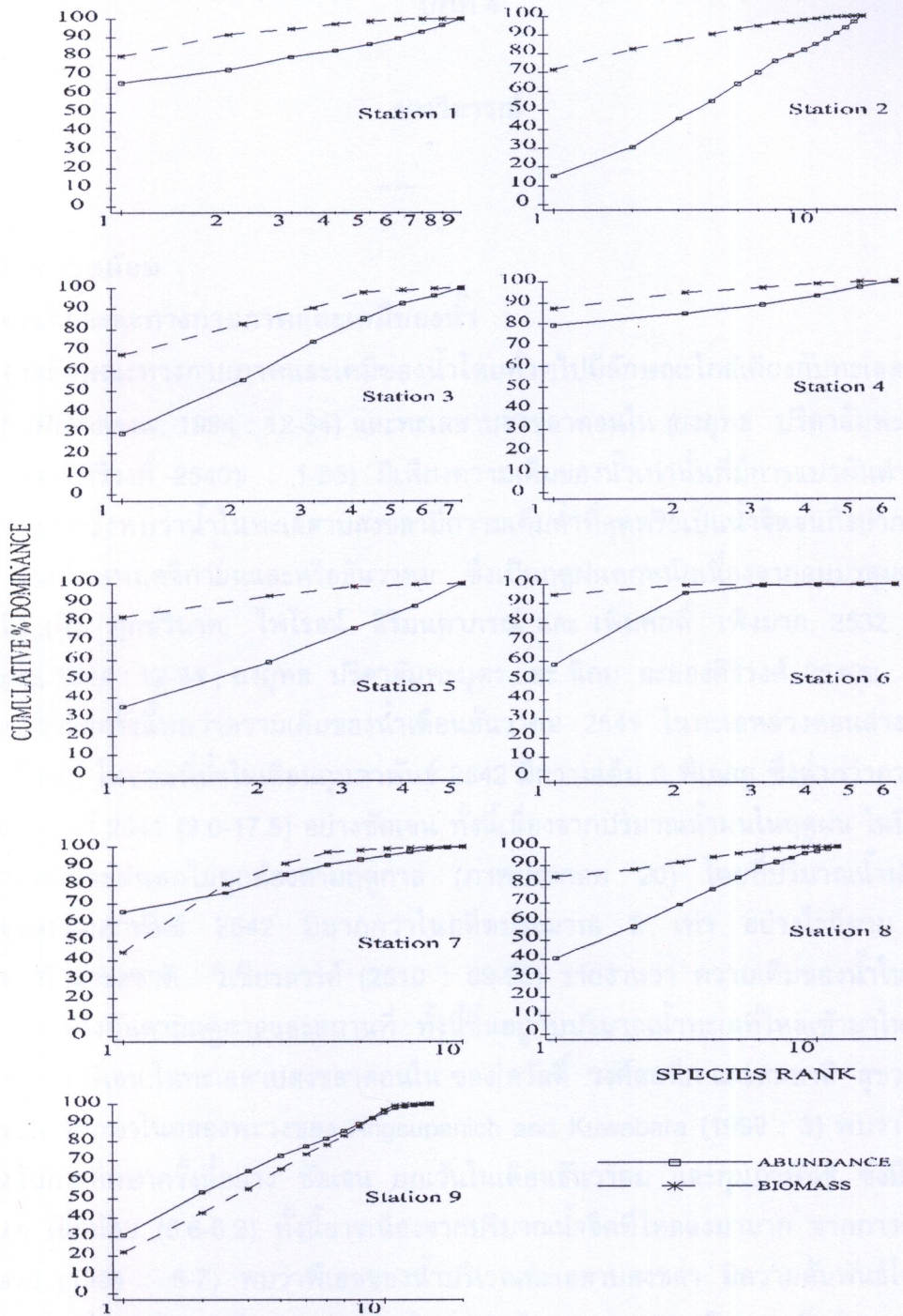
ตาราง 10 ค่า Harmonic rank correlation coefficient (weighted spearman) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับแอนเนลิต ในทะเล หลวงตอนล่างเชิงเวลา

k	Best variable combinations (ρ_w)												
1	0.846	OC											
1	0.846	OM											
2	0.846	OC OM											
3	0.864	OC OM Temp											
4	0.850	OC OM pHs Temp											
5	0.882 [*]	Silt OC OM pHs Temp											
6	0.874	Sand OC OM pHs DO Temp											
7	0.863	Silt Sand OC OM pHs Depth DO											
8	0.854	Silt Sand OC OM pHs Depth DO TSS											
9	0.881	Silt Sand OC OM pHs Depth DO TSS Temp											
10	0.855	Clay Silt OC OM pHs Depth DO TSS Sal Temp											
11	0.827	Silt Sand OC OM TN pHs pHw DO TSS Sal Temp											
12	0.782	Clay Silt OC OM TN pHs Depth pHw DO TSS Sal Temp											
13	0.697	Clay Silt Sand OC OM TN pHs Depth pHw DO TSS Sal Temp											

k หมายถึง จำนวนตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์

5. ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับความชุกชุมของแอนเนลิด

จากการนำข้อมูลความชุกชุมและมวลชีวภาพ มาวิเคราะห์เพื่อรายงานถึงระดับของภาวะมลพิษของแต่ละพื้นที่ โดยการใช้ความชุกชุมและมวลชีวภาพเป็นตัวชี้วัด Abundance/Biomass Comparison (ABC plots) ด้วยโปรแกรม DOMPLOT ซึ่งแสดงผลในรูปของเส้นกราฟ (ภาพประกอบ 19) พบว่า ส่วนใหญ่เส้นกราฟแสดงความชุกชุม อยู่ด้านล่างเส้นกราฟแสดงมวลชีวภาพเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานี 7 เส้นกราฟของของความชุกชุมตัดกับเส้นกราฟของมวลชีวภาพ สถานี 9 เส้นกราฟความชุกชุมของแอนเนลิดสูงกว่ามวลชีวภาพ ส่วนสถานี 6 เส้นกราฟทั้ง 2 เส้นอยู่ชิดกันมาก



ภาพประกอบ 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิด (ABC Plots)

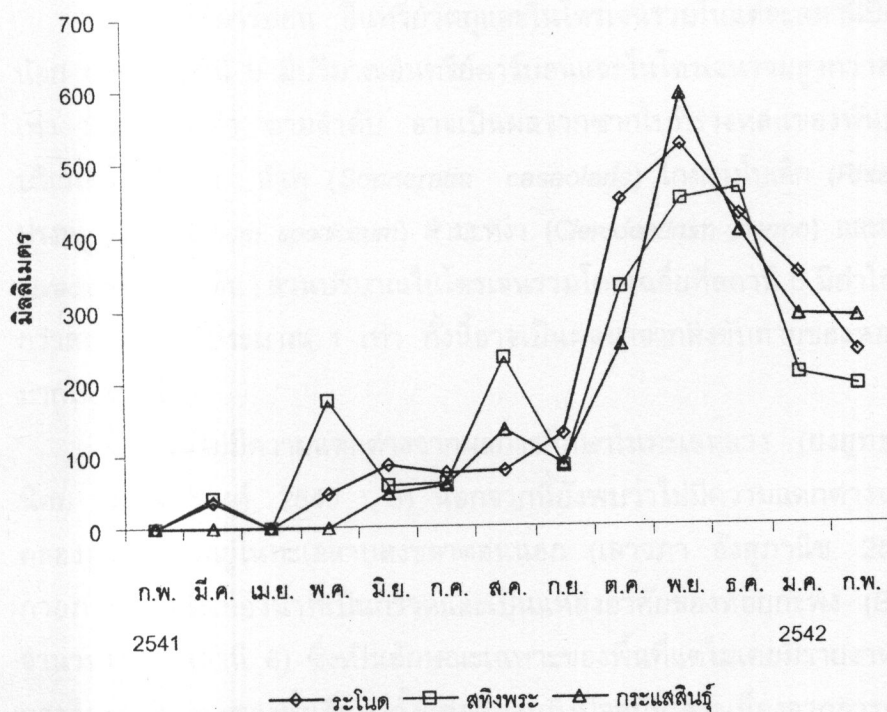
บทที่ 4

บทวิจารณ์

1. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

1.1 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำโดยทั่วไปมีลักษณะใกล้เคียงกับทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Rakkheaw, 1994 : 12-34) และทะเลสาบสงขลาตอนใน (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์ 2540ข : 1-35) มีเพียงความเค็มของน้ำเท่านั้นที่มีการแปรผันต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งพบว่าน้ำในทะเลสาบสงขลามีความเค็มต่ำที่สุดหรือเป็นน้ำจืดจนถึงปากทะเลสาบสงขลา ในเดือนพฤศจิกายนและหรือธันวาคม ซึ่งเป็นฤดูฝนตกหนักเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (สิริ ทุกขวินาศ, ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ เพิ่มศักดิ์ เฟิงมาก, 2532 : 44-50 ; Rakkheaw, 1994 : 12-34 ; ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540ข : 1-35) แต่จากการตรวจวัดครั้งนี้พบว่าความเค็มของน้ำเดือนธันวาคม 2541 ในทะเลหลวงตอนล่างอยู่ในช่วง 1.6-3.8 พีเอสยู ในขณะที่น้ำในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีความเค็ม 0 พีเอสยู ซึ่งต่ำกว่าความเค็มในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 (3.0-17.5) อย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในฤดูฝน ในปี 2541 มีน้อยกว่าปกติและฝนตกไม่ถูกต้องตามฤดูกาล (ภาพประกอบ 20) โดยที่ปริมาณน้ำฝนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ 2542 มีมากกว่าในอดีตประมาณ 2 เท่า อย่างไรก็ตาม ไพโรจน์ พรหมานนท์ และสุชาติ วิเชียรสรรค์ (2510 : 69-95) รายงานว่า ความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลา แตกต่างกันตามฤดูกาลและสถานที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทะเลที่ไหลเข้ามาในทะเลสาบจากการศึกษา พีเอช ในทะเลสาบสงขลาตอนใน ของ สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสมชาติ สุขวงศ์ (2511 : 52) และการศึกษาในคลองพะวงของ Angsupanich and Kuwabara (1999 : 3) พบว่าไม่มีความแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้อย่าง ชัดเจน ยกเว้นในเดือนธันวาคม และกุมภาพันธ์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเดือนอื่นๆ เล็กน้อย (5.6-6.2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมามาก จากการศึกษานี้ของ Yokokawa (1984 : 6-7) พบว่าพีเอชของน้ำบริเวณทะเลสาบสงขลา มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเค็ม โดยในฤดูร้อนค่าพีเอชจะสูง และในฤดูฝนพีเอชจะลดลงจนเป็นกรดเล็กน้อย อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงตามระดับความเค็ม ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณฝนที่ตกลงมามากทั้งโดยตรงและที่ไหลจากทะเลหลวงตอนบน รวมทั้งน้ำจากผิวดินด้วย



ภาพประกอบ 20 ปริมาณน้ำฝนที่ตกบริเวณทะเลหลวงตอนบนและตอนล่าง ปี 2541-2542

จากผลของ PCA แม้ว่าแต่ละสถานีมีความคล้ายคลึงกันมากแต่สามารถแบ่งตามคุณภาพน้ำในทะเลหลวงตอนล่างเชิงสถานีได้เป็น 2 ส่วน ทั้งนี้โดยส่วนหนึ่งอยู่ใกล้ปากทะเลสาบสงขลา อีกส่วนหนึ่งอยู่ไกลออกไปอาจเนื่องจากความเค็มและพีเอชที่ค่อยๆ ลดลงเมื่อไกลขึ้นไปจากปากอ่าว (ใกล้ทะเลสาบสงขลาตอนนอก) ส่วนในเชิงเวลาสามารถแบ่งให้เห็นคุณภาพน้ำตามฤดูกาลได้อย่างชัดเจน โดยสอดคล้องกับกองภูมิอากาศ (2532) ซึ่งรายงานว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในช่วงเดือนธันวาคม ถึงกุมภาพันธ์ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อยู่ในช่วงสิงหาคม ถึงตุลาคม และฤดูร้อนอยู่ในช่วง เดือนเมษายนถึงมิถุนายน

1.2 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

ปริมาณโดยเฉลี่ยของอินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวม ในทะเลหลวงตอนล่างที่ศึกษาในครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ซึ่งมีแนวโน้มว่ามีปริมาณลดลงเล็กน้อยในช่วงฝนตกหนัก (Chatupote *et al.*, 1994 : 137-153) และในทะเลหลวง (สมศักดิ์ มณีพงศ์ และ สุภาพร รักเขียว, 2541 : 1-30) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาในทะเลสาบสงขลา ของเพราพรรณ แสงสกุล (2528 : 4-5) ซึ่ง รายงานว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.42-3.50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีจุดที่น่าสังเกตว่าปริมาณไนโตรเจนรวมมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงต้นถึงปลายมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (ตุลาคม ธันวาคมและกุมภาพันธ์)

อินทรีย์คาร์บอน อินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนรวมในแต่ละสถานីมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ยกเว้นสถานี 9 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนรวมสูงกว่าสถานีอื่นๆ ประมาณ 2-4 เท่า และ 1 เท่า ตามลำดับ อาจเป็นผลจากซากใบที่ร่วงหล่นของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น ได้แก่ ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) กระจุ๊ดปรชู้ (*Acrostichum speciosum*) ลำมะหว่า (*Clerodendrum inerme*) และเหิงอกปลาหมอ (*Acanthus ebracteatus*) เป็นต้น) ส่วนปริมาณไนโตรเจนรวมโดยเฉลี่ยที่สถานี 6 มีค่าใกล้เคียงกับสถานี 9 แต่สูงกว่าสถานีอื่นๆ ประมาณ 1 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสิ่งขับถ่ายของหอย ซึ่งพบว่ามีเป็นจำนวนมากในสถานีนี้

พืชเอนไม่มี ความแตกต่างจากผลการศึกษาในทะเลหลวง (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 8) นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างจากสถานีที่อยู่บริเวณปากคลองพะวง ซึ่งอยู่ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (เสาวภา อังสุพานิช, 2539 : 10) ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ท้องน้ำที่เป็นกรวดและเป็นแหล่งอาศัยของหอยกะพง (*Brachidontes arcuatus*) จำนวนมาก (สถานี 6) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพื้นที่แต่ไม่เคยมีรายงานถึงบริเวณนี้เลยทั้งๆ ที่มีการศึกษาลักษณะของพื้นดินมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อาจเนื่องจากการกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างไม่ตรงกับพื้นที่ดังกล่าวนี้

จากการวิเคราะห์ PCA ในเชิงสถานี พบว่าเปอร์เซ็นต์ Sand น่าจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแบ่งกลุ่ม จึงทำให้สถานี 7 มีแนวโน้มว่าคล้ายกับสถานี 6 ทั้งนี้เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ของ Sand ค่อนข้างสูง (24.0-68.5%) เมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ ส่วนในเชิงเวลา คุณภาพของตะกอนดินทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในขณะที่คุณภาพทางเคมี มีแนวโน้มลดลงในช่วงฤดูฝน ทำให้ปัจจัยทั้งสองนี้มีผลต่อการจัดกลุ่มโครงสร้างของตะกอนดิน

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมด (น้ำและตะกอนดิน) จากภาพ PCA แม้ว่าสถานี 6 จะมีสภาพพื้นเป็นกรวดต่างจากสถานีอื่นอย่างชัดเจนก็ตาม แต่สถานี 7 ก็มีเปอร์เซ็นต์ Sand ที่สูงและปัจจัยทางเคมีอื่นๆ ไม่ได้ต่างกันอย่างชัดเจนจึงเห็นภาพของสถานีที่อยู่ใกล้กัน สถานี 9 แม้ว่าจะอยู่ในกลุ่มเดียวกับสถานี 1-5 และ 8 แต่ยังเห็นว่าการแยกไปจากกลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจาก มีความแตกต่างทั้งในด้านกายภาพและเคมี (OC, OM, TN และ % Silt-Clay) ซึ่งสูงกว่า ในขณะที่เชิงเวลา มีการจัดกลุ่มตามฤดูกาลคล้ายกับกลุ่มของน้ำ เห็นได้ว่าปัจจัยของตะกอนดินมีอิทธิพลต่อการรวมกลุ่มเชิงสถานีมากกว่าปัจจัยของน้ำ แต่ปัจจัยของน้ำมีอิทธิพลต่อการรวบรวมกลุ่มเชิงเวลามากกว่าตะกอนดิน

2. แอนเนลิด

2.1 ความหลากหลาย ความชุกชุมและมวลชีวภาพของแอนเนลิด

สัตว์หน้าดินในกลุ่มแอนเนลิดที่มีการสำรวจพบในโลก มีเกือบ 9,000 ชนิด คลาสโพลีซีต มีมากกว่า 5,300 ชนิด (Hunter, 1969 : 21) นับเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มเด่นของทะเลบริเวณชายฝั่งและเอสทูรีในหลายๆ พื้นที่ของโลก (Rosenberg, 1976 : 417-418 ; 1977 : 111 ; Hawthorne and Dauer, 1983 : 197 ; Ferraro *et al.* 1991 : 387 ; Edgar *et al.*, 1994 : 209 ; Long and Poiner, 1994 : 295) รวมทั้งทะเลสาบสงขลาตอนนอกด้วย (Angsupanich and Kuwabara 1995 : 116) สำหรับทะเลหลวงตอนล่าง พบโพลีซีตเป็นจำนวนชนิดที่สูงที่สุดเท่าที่มีการสำรวจพบในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยสวัสดิ์ วงศ์สมนึก และสมชาติ สุขวงศ์ (2513 : 233) สำรวจบริเวณทะเลหลวงพบแอนเนลิด 10 วงศ์ 12 ชนิด Angsupanich and Kuwabara (1995 : 116-118) สำรวจบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง พบโพลีซีต 20 วงศ์ 44 ชนิด ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละออศิริวงศ์ (2540ก : 17) ศึกษาบริเวณทะเลหลวงตอนล่าง (สถานี 4-8) พบ 18 วงศ์ (ไม่ได้รายงานถึงระดับชนิด) Angsupanich and Kuwabara (1999 : 1-7) ศึกษาบริเวณคลองซึ่งได้รับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแล้วไหลลงทะเลสาบสงขลาตอนนอก พบว่าบริเวณคลองพะวงมีโพลีซีต 16 วงศ์ 28 ชนิดและบริเวณคลองอู่ตะเภา 14 วงศ์ 22 ชนิด นอกจากนี้พบว่ามีจำนวนชนิดสูงกว่าอีกหลายพื้นที่ของโลก ได้แก่ บริเวณอ่าว Old Tampa ซึ่งอยู่ใกล้แหล่งน้ำทิ้งใน สหรัฐอเมริกา พบ 29 ชนิด (Dauer and Conner, 1980 : 336-338) บริเวณสาขาดอนใต้ของแม่น้ำ Elizabeth ซึ่งเป็นแม่น้ำที่ไหลลงสู่เอสทูรีบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอเมริกา พบ 26 ชนิด (Hawthorne and Dauer, 1983 : 194-197) บริเวณเอสทูรีของแม่น้ำ Queule ประเทศชิลี พบเพียง 7 ชนิดเท่านั้น (Quijo'n and Jaramillo, 1993 : 658) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเหตุผลสองประการ คือ เป็นเพราะว่าจำนวนซ้ำของการเก็บตัวอย่างครั้งนี้สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินดังเอกสารที่อ้างอิง (Dauer and Conner, 1980 : 336-338 ; Hawthorne and Dauer, 1983 : 194 ; Quijo'n and Jaramello, 1993 : 656 ; Angsupanich and Kuwabara , 1999 : 2 ; ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละออศิริวงศ์ , 2540ก : 4) หรืออาจเนื่องจากในทะเลหลวงตอนล่างมีความหลากหลายมากกว่า Botton (1979 : 169-180) กล่าวว่า การเก็บตัวอย่างควรใช้อุปกรณ์ขนาดเล็กเก็บตัวอย่างหลายซ้ำ จะเพิ่มความเป็นไปได้ในการพบตัวอย่างจากแต่ละพื้นที่มากกว่าการใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่เก็บตัวอย่างเพียงไม่กี่ซ้ำ Ajao and Fagade (1990 : 230) ศึกษาสัตว์หน้าดินโดยเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ซ้ำ ตามที่เคยใช้มาก่อนแต่พบว่าไม่เหมาะสม จึงต้องปรับเปลี่ยนจำนวนซ้ำในระหว่างการเก็บตัวอย่าง โดยในปีแรกของการศึกษากำหนดสถานีละ 5 ซ้ำ ต้องเพิ่มจำนวนซ้ำเป็น 10 ซ้ำ ในบางสถานีของการศึกษาปีที่ 2 เมื่อเก็บตัวอย่างได้น้อย จากการศึกษาของ Braun-Blanquet อ้างถึงใน จิราภรณ์ (2537) ซึ่งรายงาน ว่า จำนวนซ้ำที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนสปีชีส์เพิ่มขึ้นด้วย เมื่อจำนวนสปีชีส์เริ่มคงที่ก็จะได้จำนวนซ้ำที่เหมาะสม แต่เป็นการพิจารณาเฉพาะสปีชีส์ไม่คำนึงถึงจำนวนตัว

ในขณะที่ Elliott (1977 : 129) พิจารณาเฉพาะจำนวนตัวในการหาจำนวนซ้ำที่เหมาะสม และใช้เฉพาะสถานีนั้น ๆ แต่เป็นไปได้ที่จะคำนวณจำนวนซ้ำในขณะที่เก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างที่น้อยเกินไปทำให้นักวิจัยขาดความน่าเชื่อถือ

อย่างไรก็ตามโพลีชีตที่พบบริเวณทะเลหลวงตอนล่างนี้ส่วนใหญ่เป็นสกุลเดียวกับที่มีการสำรวจพบบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่ผ่านมา เช่น วงศ์ Capitellidae ได้แก่ *Heteromastus* sp., *Capitella capitata* (Angsupanich and Kuwabara, 1995 : 118 ; 1999 : 4) วงศ์ Goniadidae (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์, 2540ก : 17) วงศ์ Nephtyidae ได้แก่ *Nephtys polybranchia* วงศ์ Nereidae ได้แก่ *Namalycastis longicirris*, *Leonnates* sp., *Ceratonereis* sp., *Neanthes* sp., *Dendronereis* sp. วงศ์ Pilargiidae ได้แก่ *Sigambra* sp. วงศ์ Spionidae ได้แก่ *Prionospio* sp., *Prionospio cirrifera*, *Polydora* sp. (Angsupanich and Kuwabara, 1995 : 117-118 ; 1999 : 4-8) แต่ยังมีวงศ์ที่ไม่เคยมีการสำรวจพบมาก่อนจำนวน 6 วงศ์ ได้แก่ Dorvilleidae 1 สกุล Pectinariidae 1 สกุล Poecilochaetidae 1 สกุล Polynoidae 1 สกุล Serpulidae 1 สกุล และ Sigalionidae 1 สกุล สำหรับวงศ์ที่สำรวจพบแล้วอาจมีบางสกุลและหรือชนิดที่ต่างกัน เช่น *Paraleonnates* sp.1, *Talehsapia annandalei*, *Pseudopolydora* sp., *Ficopomatus* sp.2, Sigalionidae, *Minuspio* sp.1 ; *M.* sp.2, *Gyptis* sp., *Sigambra* sp. และ *Glycinde* sp. ซึ่งเป็นชนิดเด่น ในขณะที่การศึกษาบริเวณเอสตูร์และชายฝั่งอื่นๆ ในเขตตอนบนพบว่าชนิดเด่นที่พบทั่วไป ได้แก่ *Capitella capitata*, *Prionospio* sp. (Quijo'n and Jaramello, 1993 : 658) ; *Heteromastus* sp., *Eteone* sp., *Polydora* sp., *Cirratulus* sp. (Dauer and Conner, 1980 : 338) *Nephtys* sp., *Mediomastus* sp. (Ferraro et al., 1991 : 387-388) *Ophiodromus* sp. (Rosenberg, 1977 : 111) *Sigambra* sp. (Kikuchi, 1991 : 149) *Cossura* sp., *Phyllodoce* sp. (Reid et al., 1989 : 5) เป็นต้น ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่พบในทะเลหลวงตอนล่างของการศึกษาครั้งนี้ด้วย

จากการศึกษาครั้งนี้ แอนเนลิดมีความชุกชุมสูงที่สุดเดือนมิถุนายน (772 ตัว/ตารางเมตร) ซึ่งเป็นช่วงปลายของฤดูร้อนและเข้าสู่ฤดูฝน จากนั้นความชุกชุมมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดเดือนกุมภาพันธ์ คล้ายกับการศึกษาบริเวณทะเลหลวงของ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์ (2540ก : 19) ซึ่งรายงานไว้ว่า สัตว์หน้าดินมีความชุกชุมต่ำในเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ พฤษภาคม และธันวาคม อีกทั้งคล้ายกับการศึกษาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกของ Angsupanich and Kuwabara (1995 : 120) พบว่ามีความชุกชุมและองค์ประกอบของชนิดสูงในปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม) แล้วลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงกลางฤดูฝน (ธันวาคม) ภายใต้อิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้พบว่ามีส่วนคล้ายกับโพลีชีตบริเวณเอสตูร์ Queule River ที่พบว่าโพลีชีตส่วนใหญ่มีความชุกชุมสูงสุดในระหว่างฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง (Quijo'n and Jaramillo, 1993 : 660) ทั้งนี้สัตว์หน้าดินค่อยๆ ลดลงตามการแปรผันลดลงของอุณหภูมิและความเค็ม (Rosenberg, 1976 : 422)

ความชุกชุมและมวลชีวภาพมีแนวโน้มที่จะแปรผันตามกัน กล่าวคือเมื่อความชุกชุมสูงขึ้นค่ามวลชีวภาพก็สูงด้วย ยกเว้นที่สถานี 5 และ 6 ในเดือนตุลาคม มีความชุกชุมสูงมาก (1,382 และ

1,396 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ) แต่มีมวลชีวภาพต่ำมาก (1.09 และ 1.42 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) เนื่องจากแอนเนลิดที่เป็นชนิดเด่น มีขนาดเล็ก ได้แก่ *Paraleonnates* sp.1, *Pseudopolydora* sp., *Minuspio* sp.1, และ *M.* sp.2. เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพของแอนเนลิด (0.1-39 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) บริเวณท่าเรือ Martha ในอเมริกา (Maurer and Wigley, 1984 : 6) พบว่าในทะเลหลวงตอนล่างมีมวลชีวภาพโดยเฉลี่ย (0.04-15.36 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร) ต่ำกว่า อาจเนื่องจากสัตว์มีขนาดตัวเล็กกว่า สังเกตได้จาก ขนาดของ Terebellidae ซึ่งจัดว่าเป็นแอนเนลิดที่มีขนาดใหญ่ ที่พบในทะเลหลวงมีน้ำหนักเพียง 15.36 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร ในขณะที่บริเวณท่าเรือ Martha สถานที่ที่พบแอนเนลิด สูงที่สุดมีความชุกชุม 1,346 ตัว/ตารางเมตรแต่มีมวลชีวภาพสูงมากถึง 118.8 กรัมน้ำหนักเปียก/ตารางเมตร (Maurer and Wigley, 1984 : 17-19)

สำหรับสถานที่ที่มีความชุกชุมและมวลชีวภาพสูงที่สุดนั้น ได้แก่ สถานที่ 6 ซึ่งแตกต่างกับสถานที่ 9 ซึ่งมีความชุกชุมรองลงมาอย่างมาก แต่สถานที่ 9 มีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าถึง 5 ชนิด ทั้งนี้ชนิดที่แตกต่างกันนั้นอาจเนื่องจากสถานที่ 6 มีลักษณะพื้นของทะเลเป็นเอกลักษณ์มากกว่า กล่าวคือ มีสภาพพื้นเป็นกรวดและมีตะกอนดินแทรกอยู่ระหว่างเม็ดกรวด ยิ่งกว่านั้นการที่ผิวของเม็ดกรวดเป็นที่เกาะของหอยกะพง ทำให้เกิดการสานกันของเส้นใยเป็นร่างแหเป็นที่อาศัยของแอนเนลิดบางชนิดที่พบเป็นชนิดเด่น ได้แก่ Terebellidae ซึ่งเป็นวงศ์ที่กินซากอินทรีย์เป็นอาหาร (Fauchald, 1977 : 128) และรองลงมาพบ *Namalycastis longicirris* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Nereidae ซึ่งเป็นวงศ์ที่กินเนื้อเป็นอาหาร อย่างไรก็ตาม Terebellidae มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด อาจเนื่องจากการเก็บเกี่ยวหอยของชาวประมงพื้นบ้านไปใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ ทำให้กรวดบางส่วนถูกเก็บไปด้วย อย่างไรก็ตามความหลากหลายของแอนเนลิด ชนิดอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่สถานที่ 9 มีลักษณะที่ค่อนข้างจำเพาะต่างจากสถานที่อื่นๆ อีกสถานที่หนึ่ง มีซากใบพืชป่าชายเลนเป็นแหล่งสนับสนุนอาหารแก่สัตว์หน้าดิน (Angsupanich and Aksornkoae, 1994 : 41-47) มี *Ficopomatus* sp.2 เป็นชนิดเด่น ซึ่งเป็นสกุลเดียวกับสกุลที่พบใน Marina da Gama Zandvlei แอฟริกาใต้ (Davies, Stuart and de Villiers, 1989 : 614) นอกจากนี้พบ *Paraleonnates* sp.1 ในจำนวนที่มารองลงมา

2.2 การแพร่กระจายของแอนเนลิดและความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การแพร่กระจายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างทั้งเชิงสถานีและเวลาขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดินมากกว่าน้ำ อาจเนื่องจากสัตว์หน้าดินต้องสัมผัสโดยตรงกับตะกอนดินมากกว่า โดยเฉพาะ เปอร์เซ็นต์ Silt อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน ไนโตรเจนรวม ในตะกอนดิน และพีเอชในตะกอนดิน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาบริเวณทะเลหลวงของ สวัสดิ์วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์ (2513 : 232-239) พบว่าสัตว์หน้าดินทุกกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดและปริมาณไปตามฤดูกาล แอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างบางชนิดชนิดมีการแพร่

กระจายในเกือบทุกสถานี่และเกือบทุกเดือน อาจเนื่องจากกลุ่มโพลีซีตเป็นสัตว์หน้าดินที่ปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้ค่อนข้างกว้าง และมักมีขนาดเล็ก (Fauchald, 1977 : 22) เช่น วงศ์ Cirratulidae (Dauer and Conner, 1980 : 339) Nephtyidae และ Spionidae (Oyarzum *et al.*, 1987 : 429) เป็นต้น แต่มีแอนเนลิดอีกหลายชนิดที่พบชุกชุมเฉพาะถิ่น ได้แก่ *Dendronereis* sp. ถูกพบได้เสมอบริเวณที่ได้รับมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม (Ferraro *et al.*, 1991 : 388) *Heteromastus* sp. พบบริเวณที่คุณภาพน้ำมีอินทรีย์สารไม่มาก (Aschan and Skallerud, 1990 : 177) *Sigambra* sp. พบได้เสมอบริเวณชายฝั่งที่ได้รับอินทรีย์สารจากชุมชน (Marques *et al.*, 1992 : 411 ; Llanso', 1992 : 502) *Prionospio cirrifera* มักเป็นชนิดเด่นบริเวณที่มีมลพิษจากอินทรีย์สาร (Kikuchi, 1991 : 149) *Nephtys* sp., *Polydora* sp. และ *Ophiodromus* sp. เป็นชนิดเด่นบริเวณเอสทูรีที่มีออกซิเจนต่ำ (Rosenberg, 1977 : 111)

อย่างไรก็ตามการแพร่กระจายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง มีรูปแบบคล้ายกับที่พบในเอสทูรีอื่นๆ ที่พบว่าในฤดูฝนจำนวนสัตว์หน้าดินลดลง คล้ายกับในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Angsupanich and Kuwabara, 1995 : 122) แต่ในช่วงนี้พบตัวอ่อนของ โพลีซีตหลายวงศ์ ต่อเนื่องไปจนกระทั่งถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยเฉพาะ Nereidae พบมีความชุกชุมสูงกว่าชนิดอื่นๆ การแพร่กระจายของแอนเนลิดนอกจากจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแล้วพฤติกรรมการอยู่อาศัยซึ่งอยู่แบบเจ้าบ้าน (host) หรือแขก (guest) และการกินอาหารของโพลีซีตยังแตกต่างกันไปแต่ละชนิด (Ruppert and Barnes, 1994 : 527)

แม้ว่าทะเลหลวงตอนล่างจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ และมีผลกระทบต่อแอนเนลิดบางชนิด แต่ผลของการกระทบนี้อาจเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแอนเนลิดชนิดต่าง ๆ ตามบทบาทการกินอาหาร

แอนเนลิดนอกจากจะสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและสัมพันธ์กับกลุ่มเดียวกันแล้ว ยังมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสัตว์กลุ่มอื่นๆ ด้วย โดยแอนเนลิดอาจถูกสัตว์น้ำจับกินในปริมาณที่มากก็ได้

จากการประเมินผลการจับสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา ของ อังสนีย์ ชุณหปราณ, จุฬารัตน์ รัตนไชย และอาภรณ์ มีชูพันธ์ (2539 : 27) พบว่าบริเวณทะเลหลวง มีกุ้งหัวมันชุกชุมในช่วงเดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน ซึ่งตรงกับช่วงที่แอนเนลิดลดลง โดยเฉพาะกลุ่มที่กินซากอินทรีย์ ส่วนกลุ่มกินเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น Sirimontaporn, Nitithamyong and Angsupanich (1995 : 52) ศึกษาปลาในทะเลสาบสงขลา พบว่าปลาหน้าดิน Gobiidae และ Sillaginidae มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสัตว์หน้าดินสูง

จากการวิเคราะห์ ค่า species diversity index, H' ; evenness, J และ species richness พบว่าในแต่ละเดือนและแต่ละสถานี่ มีค่าไม่แตกต่างกันมาก ส่วน species richness ของสัตว์หน้าดิน โดยทั่วๆ ไป มีค่าต่ำในแหล่งน้ำจืดแล้วเพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำแบบ polyhaline (Dauer, 1993 อ้างถึงใน ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 ก : 30) อย่างไรก็ตาม Angsupanich

and Kuwabara (1999 : 12) กล่าวว่าการใช้ค่า H' เป็นดัชนีชี้บอกภาวะมลพิษนั้น เป็นวิธีที่มีข้อจำกัด ซึ่งพบว่าค่าที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงเสมอไป เนื่องจากบางสถานีหรือบางเดือนมีค่าดัชนีต่ำกว่าทั้งๆ ที่จำนวนสัตว์แต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกันมาก เช่นที่สถานี 3 พบแอนเนลิต 46 ชนิด แต่มีค่า H' (2.59) น้อยกว่า H' ที่สถานี 1 (2.67) ซึ่งมีสัตว์หน้าดินเพียง 40 ชนิด ทั้งนี้เนื่องจากสถานี 1 มีแอนเนลิตที่เป็นชนิดเด่นจำนวนน้อย ไม่มีความแตกต่างจากชนิดอื่นๆ ค่า J จึงสูง (0.73) ซึ่งคล้ายกับการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในคลองพะวงกับคลองอู่ตะเภา (Angsupanich and Kuwabara, 1999 : 7) หากพิจารณาในเชิงเวลาพบว่ามีลักษณะเดียวกัน ดังนั้นที่สถานี 1 และ 3 จึงไม่สามารถบอกได้ว่าสถานีใดมีภาวะมลพิษ รุนแรงกว่า (Hawthorne and Dauer, 1983 : 202) ผลการวิเคราะห์ลักษณะนี้มักเกิดขึ้นบ่อยๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นจุดที่ต้องระมัดระวังในการใช้ ซึ่งไม่ควรใช้ค่านี้เพียงลำพังในการประเมิน ดังนั้นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิด และปริมาณตามเวลา เป็นเครื่องชี้บอกที่ดีกว่า (Smith *et al.*, 1979 อ้างถึงใน Hawthorne and Dauer, 1983 : 202 ; Angsupanich and Kuwabara, 1999 : 12) การศึกษาครั้งนี้จึงอธิบายโครงสร้างของประชาคมแอนเนลิตด้วย cluster และ MDS บ่งชี้ถึงสภาวะมลพิษด้วย ABC plots

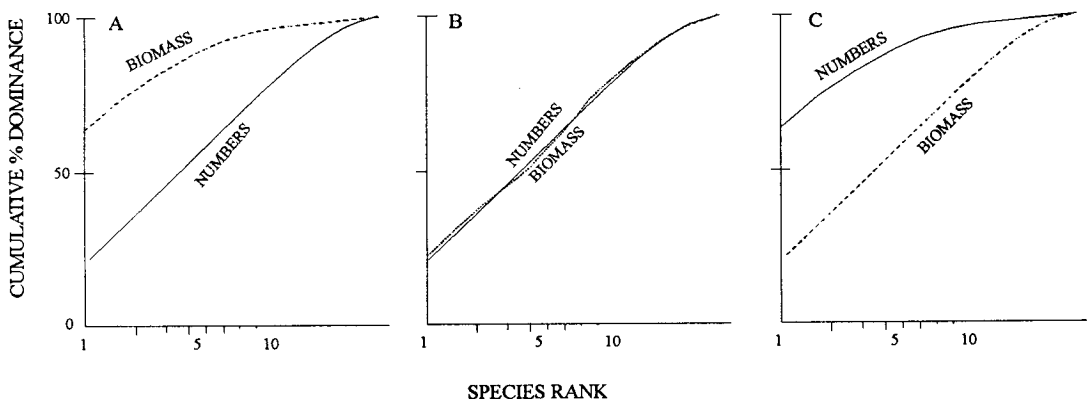
2.3 การจัดกลุ่มโครงสร้างของแอนเนลิตด้วย CLUSTER และ MDS

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแอนเนลิตแต่ละชนิดที่อาศัยอยู่ในแต่ละพื้นที่ นอกจากจะมีปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการอยู่ร่วมกันของชนิดแล้ว อาจจะมีปัจจัยทางชีวภาพเข้ามามีผลด้วย หรืออาจเป็นเพราะต่างมีสภาวะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตเหมือนกัน ความหลากหลายของชนิดที่ต่ำนั้นอาจเป็นผลของกระบวนการทางธรรมชาติ (Hawthorne and Dauer, 1983 : 202) ดังนั้นอาจจะเห็นโครงสร้างของการอยู่ร่วมกันหรือคล้ายกันของแอนเนลิตซึ่งมีความ แตกต่างกันในแต่ละสถานี และแต่ละเดือน โดยอาศัยการจัดกลุ่มด้วย cluster และ MDS ในเชิงสถานีพบว่าการจัดกลุ่มของประชาคมสัตว์หน้าดินมีแนวโน้มเป็นไปตามลักษณะของพื้นที่ที่อยู่ใกล้ๆ กัน โดยมีความคล้ายคลึงกันสูงกว่าหรืออาจขึ้นอยู่กับอิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีของตะกอนดินที่มีความคล้ายคลึงกัน ยกตัวอย่าง เช่น สถานี 6 และ 9 ซึ่งมีความซุกซุมและความหลากหลายของชนิดสูงกว่าสถานีอื่นๆ อย่างชัดเจน แม้ว่าสภาพพื้นที่ต่างกันก็ตาม แต่มีธาตุอาหารในตะกอนดินในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าโครงสร้างของแอนเนลิต ในแต่ละสถานีมีความคล้ายคลึงกันปานกลาง

เมื่อพิจารณา ในเชิงเวลาที่มีแนวโน้มของการจัดกลุ่มเป็นไปตามฤดูกาล เดือนเมษายนมีชนิดที่พบเหมือนกับที่พบในเดือนอื่นๆ ค่อนข้างน้อย สำหรับเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มีความซุกซุมและความหลากหลายของชนิดต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัย สิ่งแวดล้อม เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ และ % Clay ของตะกอนดินเป็นต้น (Rosenberg, 1976 : 422) ภาพที่ได้จากการจัดกลุ่มสามารถชี้ให้เห็นถึงโครงสร้างของแอนเนลิตได้อย่างชัดเจน

2.4 การวิเคราะห์ Abundance/Biomass Comparison (ABC Plots)

มีการใช้ ABC อย่างแพร่หลาย เพื่อการรายงานระดับของภาวะมลพิษในแต่ละแหล่ง (เช่น Warwick, 1986 : 557-562 ; Warwick and Clarke, 1991 : 229 ; Lardicci and Rossi, 1998 : 372) Warwick (1986 : 558) รายงานว่า หากเส้นกราฟมวลชีวภาพสูงกว่าความชุกชุม แสดงให้ทราบว่าอยู่ในสภาวะที่ไม่เกิดมลพิษ หากเส้นกราฟทั้ง 2 อยู่ใกล้กันและมีการตัดกันบางจุด แสดงให้เห็นว่าเกิดมลพิษในระดับปานกลาง หากเส้นกราฟความชุกชุมอยู่เหนือมวลชีวภาพ แสดงให้เห็นว่าเกิดมลพิษขั้นในบริเวณนั้น (ภาพประกอบ 21) จากผลการศึกษาในทะเลหลวงตอนล่าง พบว่า สถานี 9 เป็นบริเวณที่แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มที่จะมีมลพิษรุนแรงมากกว่าสถานีอื่น ๆ เนื่องจากโพลีชีตชนิดเด่นที่พบเป็นจำนวนมากมีขนาดเล็กและมีมวลชีวภาพน้อย (*Minuspia* sp.2, *Spionidae* larvae, *Polydorella* sp. *Nephtys polybranchia* และ *Ficopomatus* sp.2) ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มกินซากอินทรีย์ ส่วนสถานี 6 พบว่ามีแนวโน้มเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษ เนื่องจากชนิดเด่นที่พบเป็นจำนวนมาก (*Namalycastis longicirris* , *Terebellidae*, *Neanthes* sp.1 และ *Pseudopolydora* sp.) มีขนาดตัวและมวลชีวภาพสูงขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจาก หอยกะพงที่มีหนาแน่นสูงถ่ายของเสียออกมาทับถมไว้และมีบางส่วนที่ตายลง เกิดการหมักหมมเอาไว้ในกลุ่มที่หอยอาศัยอยู่เอง และตะกอนดินที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดกรวดซึ่งอาจจะเน่าแต่ไม่สามารถเก็บมาตรวจวัดได้ อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่ามีปริมาณไนโตรเจนรวมในตะกอนดินค่อนข้างสูง ซึ่งอาจเป็นอาหารของโพลีชีต กลุ่มที่กินซากอินทรีย์เป็นอาหาร ทำให้กลุ่มกินเนื้อเข้ามาร่วมมีบทบาทช่วยในการกินกลุ่มที่กินซากอินทรีย์อีกทอดหนึ่ง เป็นไปตามโซ่อาหารของธรรมชาติซึ่งวิธีเปรียบเทียบ ABC นี้มีการใช้กันในปัจจุบัน



ภาพประกอบ 21 ABC plots (Warwick, 1986 : 558)

บทที่ 5

บทสรุป

1. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

ทะเลหลวงตอนล่างเป็นแหล่งน้ำตื้นที่มีการแปรผันของคุณลักษณะของน้ำตามพื้นที่ และ ฤดูกาล โดยได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากทะเลหลวงตอนบนและได้รับอิทธิพลของน้ำเค็มจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก มีความลึกอยู่ในช่วง 0.3-2.7 เมตร พีเอชอยู่ในช่วง 5.6-8.6 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 5.6-8.4 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ อยู่ในช่วง 15.5-144.5 มิลลิกรัม/ลิตร ความเค็ม อยู่ในช่วง 0.0-30.2 พีเอสยู และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.8-33.8 องศาเซลเซียส จากการจัดกลุ่มเชิงสถิติ แสดงให้เห็นได้ 2 กลุ่มตามระยะทางที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดและเค็ม ส่วนในเชิงเวลาแบ่งได้ 2 กลุ่มโดยมีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามฤดูกาล

2. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

สภาพโดยทั่วไปพบว่า มี Clay, Silt และ Sand อยู่ในช่วง 16.7-68.9%, 13.4-65.3% และ 0.3-68.5% ตามลำดับ ยกเว้นสถานี 6 มีลักษณะเป็นกรวดและมี Sand สูงอยู่ในช่วง 64.6-96.8% พีเอชอยู่ในช่วง 5.1-7.5 อินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 0.3-3.7% อินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 0.7-6.3% ไนโตรเจนรวมทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.009-0.1% จากการจัดกลุ่มเชิงสถิติ แบ่งได้ 3 กลุ่มตามสภาพกายภาพของแต่ละพื้นที่ ส่วนในเชิงเวลาแบ่งได้ 3 กลุ่มมีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามฤดูกาล

3. การจัดกลุ่มคุณลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อม (น้ำและ ตะกอนดิน)

พื้นที่ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันสูง ยกเว้นบางสถานีเท่านั้น อย่างไรก็ตามพบว่าในเชิงสถิติแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย [สถานี 1-2-3-4-5-8-9] กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย [สถานี 6-7] พบว่าปัจจัยของตะกอนดินมีอิทธิพลต่อการจัดกลุ่มของแต่ละสถานีสูงกว่าปัจจัยของน้ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของตะกอนดินมีน้อยมาก ส่วนในเชิงเวลา แบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่เช่นกัน กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย [เมษายน-มิถุนายน-สิงหาคม-ตุลาคม] กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย [ธันวาคม-กุมภาพันธ์] พบว่าปัจจัยของน้ำมีอิทธิพลต่อการจัดกลุ่มสูงกว่า อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอยู่เกือบตลอดเวลา มีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามฤดูกาล

4. ความชุกชุม มวลชีวภาพ และความหลากหลายของแอนเนลิด

ความชุกชุม มวลชีวภาพ และความหลากหลายของแอนเนลิดที่พบในทะเลหลวงตอนล่าง มี 2 คลาส ได้แก่ โพลีชีต และ ไฮรูดิเนีย สำหรับโพลีชีต มี 20 วงศ์ 44 สกุล 57 ชนิด และพบตัวอ่อนของโพลีชีต 10 วงศ์ อย่างไรก็ตามพบว่าแอนเนลิดทั้งหมดมีความชุกชุมอยู่ในช่วง 22-2,309 ตัว/ตารางเมตร มวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.1-5.4 กรัม/น้ำหนักเปียก/ตารางเมตร หากพิจารณาในเชิงสถานี พบว่ามีความชุกชุมสูงสุดที่สถานี 6 (445-1462) ต่ำสุดที่สถานี 1 (53-442) ความหลากหลายของชนิดสูงสุดที่สถานี 9 (49 ชนิด) ต่ำสุดที่สถานี 4 และ 5 (30 ชนิด) ในเชิงเวลาของความชุกชุมสูงสุดเดือนมิถุนายน (264-2,309) ต่ำสุดเดือน กุมภาพันธ์ (22-445) ความหลากหลายสูงสุดเดือนสิงหาคม (52 ชนิด) ต่ำสุดเดือนกุมภาพันธ์ (27 ชนิด)

5. โครงสร้างของประชาคมแอนเนลิด

จัดโครงสร้างของแอนเนลิดเชิงสถานี ด้วย cluster และ MDS หากพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึง 65% สามารถแบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ [สถานี 1,2,3,7 และ 8] [สถานี 4 และ 5] และ [สถานี 6 และ 9] ส่วนในเชิงเวลา แบ่งกลุ่มได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ [เมษายน] [มิถุนายน สิงหาคม และ ตุลาคม] [ธันวาคม] และ [กุมภาพันธ์]

6. การแพร่กระจายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง

แอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่างมีการแพร่กระจายทั่วพื้นที่ มีหลายชนิดที่พบทุกเดือนทุกสถานี แต่อีกหลายชนิดพบเฉพาะพื้นที่เฉพาะเวลา กลุ่มที่พบทุกเดือนได้แก่ *Namalycastis indica*, *Minusprio* sp1., *Nephtys* sp. และ *Sigambra phuketensis* เป็นต้น Terebellidae พบทุกเดือนแต่ไม่พบทุกสถานี ยกเว้นสถานี 6 พบทุกเดือน กลุ่มที่พบในระดับความถี่รองลงมา ได้แก่ *Ceratonereis burmensis*, *Pseudopolydora kempfi*, *Prionospio cirrifera* และ *Mediomastus* sp. เป็นต้น เห็นได้ว่าการแพร่กระจายสูงในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคมและตุลาคมแล้วค่อยๆ ลดลงในขณะที่ตัวอ่อนของ แอนเนลิดมีความชุกชุมเพิ่มขึ้น

7. สหสัมพันธ์ ระหว่างแอนเนลิดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในเชิงสถานีพบว่ามีสหสัมพันธ์สูงสุดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (0.738) 4 ปัจจัย (% Silt, TN, DO และอุณหภูมิ) หากพิจารณาเชิงเวลา พบว่ามีสหสัมพันธ์ สูงสุด (0.69) กับ 5 ปัจจัย (% Silt, OC, OM, พีเอชตะกอนดิน และ อุณหภูมิ)

8. ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับความชุกชุม

จากกราฟ ABC แสดงให้เห็นว่าสถานี 9 มีแนวโน้มเกิดภาวะมลพิษเล็กน้อยแล้ว ในขณะที่สถานี 6 อยู่ในภาวะที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษเป็นอันดับต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทำให้เห็นถึงแนวทางในการตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อม บริเวณต่างๆ นอกเหนือไปจากการวิเคราะห์คุณลักษณะทั้งทางกายภาพและเคมีของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ที่มีการปฏิบัติกันมาแล้ว โดยการใช้แอนเนลิตเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงบริเวณที่เกิดมลพิษ อีกทั้งนำไปสู่การเข้าใจในระบบนิเวศของแหล่งนั้นๆ ก่อนที่จะมีการกระทำสิ่งใดๆ ที่อาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้อาจพิจารณาในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ความซุกซุมและความหลากหลายของแอนเนลิต สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบแหล่งมลพิษได้ดีในระดับหนึ่ง
2. ในการวางแผนเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมในทะเลหลวงตอนล่าง หรือลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในการที่จะเพิ่มกำลังการผลิตให้กับแหล่งน้ำ การศึกษาครั้งนี้อาจใช้ในการวางแผนเพื่อกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำ และการกำหนดเขตอนุรักษสัตว์น้ำหรือช่วงเวลาในการจับสัตว์น้ำ
3. สามารถนำผลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้
4. การศึกษาแอนเนลิตเพื่อใช้ในการตรวจสอบภาวะมลพิษ ไม่สามารถตรวจสอบมลพิษที่เกิดขึ้นในระยะเวลานั้นๆ ได้ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความรู้ด้านการจำแนกชนิดอีกด้วย จึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

บรรณานุกรม

- จิราภรณ์ คชเสนี. 2537. **หลักนิเวศวิทยา**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพราพรรณ แสงสกุล. 2528. "ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนของทะเลสาบสงขลา", **เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2528. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา**
- ไพโรจน์ พรหมานนท์ และสุชาติ วิเชียรสรรค์. 2510. "การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของ อุณหภูมิ และความเค็มของน้ำในทะเลสาบสงขลาและบริเวณใกล้เคียง", ใน **รายงานผลการปฏิบัติการทางวิชาการประจำปี 2509-2510. สถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง**. หน้า 69-95.
- ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์. 2540 ก. "การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา", **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 3/2540 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง**.
- _____. 2540 ข. "การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลา", **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 4/2540 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง**.
- สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์. 2511. "การสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของเบนโทสในทะเลสาบสงขลาตอนใน", ใน **รายงานวิชาการประจำปี 2511 สถานีประมงทะเลสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง**. หน้า 41-75.
- _____. 2513. "การศึกษาปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายของเบนโทสในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนใน", ใน **รายงานประจำปี 2513 สถานีประมงทะเลสงขลา กองสำรวจและค้นคว้า กรมประมง**. หน้า 231 - 261.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์ และสุภาพร รักเขียว. 2541. **รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาสมบัติทางเคมีของตะกอนในทะเลน้อยและทะเลหลวง. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**.
- สิริ ทุกขวินาศ, ไพโรจน์ สิริมนต์ตาภรณ์และ เพิ่มศักดิ์ เฟิงมาก. 2532. "การสำรวจการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลา ระหว่างปี พ.ศ. 2505-2529", **เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2532 สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสตูล**.
- เสาวภา อังสุพานิช. 2539. "คุณภาพน้ำและดินตะกอน", ใน **รายงานการวิจัย เรื่อง ระบบนิเวศและการใช้ทรัพยากรชายฝั่ง :การศึกษาเขตต่อเนื่องชายฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนนอกบริเวณคลองพะวงและคลองอู่ตะเภา**. หน้า 7-21. **ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**.
- อังสุณีย์ ชุณหพราน, จุฬารักษ์ รัตนไชย และ อาภรณ์ มีชูพันธ์. 2539. "การประเมินผลการจับสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลาปี 2537-2538", **เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2539**

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

อุตุนิยมวิทยา, กรม . กองภูมิอากาศ. 2532. ภูมิอากาศน้ำจืด. กรุงเทพฯ : กรมอุตุนิยมวิทยา.

Ajao, E.A. and Fagade, S.O. 1990. "The ecology of *Capitella capitata* in Lagos Lagoon, Nigeria", **Archiv Fur Hydrobiologie**. 120, 229-239.

Angsupanich, S. and Aksornkoae, S. 1994. "Decomposition of mangrove leaf litter in Phang-nga Bay, southern Thailand", **Tropics**. 4 : 41-47.

Angsupanich, S. and Aruga, Y. 1994. **Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand**. Supportet by JSPS and NRCT. Nodai Center for International Programs, Tokyo University of Agriculture, Japan.

Angsupanich, S. and Kuwabara, R. 1995. "Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla, a brackish lake in southern Thailand", **Lake & Reservoirs : Research and Management**. 1, 115-125.

Angsupanich, S. and Kuwabara, R. 1999. "Distribution of macrobenthic fauna in Phawong and U-Taphao canals flowing in to a Lagoonal Lake , Songkhla, Thailand", **Lake & Reservoirs :Research and Management**. 4, 1-13.

APHA, AWWA and WEF. 1995. **Standard Methods for the Examination Water and Wastewater**.19th ed. New York : American Public Health Association.

Aschan, M. M. and Skullerud, A. M. 1990. "Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the Inner Oslofjord, Norway", **Sarsia**. 75 : 169-190.

Barbanti, A. ; Cecherelli, V.U. ; Frascari, F.; Rosso, G. and Reggiani, G. 1992. "Nutrient release from sediments and the role of bioturbation in the Goro Lagoon (Italy)", In **Marine Coastal Eutrophication**, pp. 475-487. Vollenweider, R.A.; Marchetti, R. and Viviani, R. eds. Elsevier. Amsterdam.

Blake, J.A.; Hilbig, B. and Scott, P.H. 1995. "The Annelida Part 2 Polychaeta : Phyllodocida (Syllidae and Scale-Bearing Family), Amphinomida, and Eunicida", In **Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel**. California : Santa Barbara Museum of Natural History.

Botton, M.L. 1979. "Effects of sewage sludge on the benthic invertebrates community of the in shore New York Bight", **Estuarine and Coastal Marine Science**. 8, 169-180.

- Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. "Nitrogen-Total", In **Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph no. 9**. 2d ed., pp.595-624. Page, A. L. ; Miller, R.H. and Keeney, D.R. eds. Wisconsin : Madison Publisher.
- Brohmanonda, P. and Sungkasem, P. 1982. "Lake Songkhla in Thailand", In **Report of Training Course on Seabass Spawning and Larval Rearing, Songkhla, Thailand, 1-20 June 1982**, pp. 59-61. UNDP/FAO.
- Brown, J.R. ; Gowen, R.J. and McLusky, D.S. 1987. "The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish Sea Loch", **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 109, 39-51.
- Chatupote, W. ; Maneepong, S. and Matsumoto, S. 1994. "Sediment in the Lake", In **Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand**. pp. 137-153. Angsupanich, S. and Aruga, Y. eds. Nodai Center for International Programs, Tokyo, Tokyo University of Agriculture.
- Clarke, K. R. and Warwick, R. M. 1994. **Change in Marine Communities : An Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK.
- Dauvin, J.C. ; Laubier, L. and Reish, D.J. 1994. "Actes de la 4eme Conference internationale des Polychaetes", In **Memoires du Museum national D'Histoire Naturelle**. Justine, J.L. eds. Paris : Museum national d'Histoire naturelle.
- Dauer, D. M. and Conner, W. G. 1980. "Effects of moderate sewage input on benthic polychaete Populations", **Estuarine and Coastal Marine Science**. 10, 335-346.
- Davies, B. R. ; Stuart, V. and de Villiers, M. 1989. "The filtration activity of a serpulid polychaete population (*Ficopomatus enigmaticus* Fauvel) and its effects on water quality in a coastal marina", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 29 : 613-620.
- Day, J. H. 1967a. **A monograph on the polychaete of Southern Africa. part 1. Errantia**. London : Trustees of the British Museum (Natural History).
- Day, J. H. 1967b. **A monograph on the polychaeta of Southern Africa part 2. Sedentaria**. London.: Trustees of the British Museum (Natural History).

- Diaz, R.J. and Rosenberg, R. 1995. "Marine benthic hypoxia : A Review of Its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna", **Oceanographic Marine Biological Annual Review**. 33, 245-303.
- Edgar, G. J. ; Shaw, C. ; Watson, G. F. and Hammond, L. S. 1994. "Comparisons of species richness, size-structure and production of benthos in vegetated and unvegetated habitats in Western Port, Victoria.", **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 176, 201-226.
- Elliott, J.M. 1977. **Some methods for the Statistical Analysis of samples of Benthic Invertebrates**. 2nd. Freshwater Biological Association Scientific. publication. No. 25. U.K. : Ferry House.
- Fauchald, K. 1977. **The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Order, Families and Genera**. Natural History Museum of Los Angeles County, California.
- Fauvel, P. 1932. "Annelida (polychaeta) of the Indian museum, Calcutta", **Memoirs of the Indian Museum**. 12, 1-262.
- Ferraro, S.P. ; Swartz, R.C. ; Cole, F.A. and Deben, W.A. 1994. "Optimum Macrobenthic Sampling Protocol for Detecting Pollution Impacts in the Southern California Bight", **Journal of Environmental Monitoring Assessment**. 29, 127-153.
- Ferraro, S. P. ; Swartz, R. C. ; Cole, F. A. and Schults, D. W. 1991. "Temporal changes in the benthos along a pollution gradient : Discriminating the effects of natural phenomena from sewage- industrial wastewater effects", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 33, 383-407.
- Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. "Particle-size analysis", In **Methods of Soil Analysis, Part 1 Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9**. 2d ed., pp.383-412. Page, A. L. ; Miller, R.H. and Keeney, D.R. eds. Wisconsin : Madison Publisher.
- Grasshoff, K. 1983. "Determination of salinity", In **Methods of Seawater Analysis**. pp. 31-35. Grasshoff, K. ; Ehrhardt, M. and Kremling, K. eds. 2 nd. Federal Republic of Germany.
- Hawthorne, S.D. and Dauer, D.M. 1983. "Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay. III. Southern branch of the Elizabeth River benthic studies of the Lower Chesapeake Bay 6", **International Revue Der gesamten Hydrobiologic**. 68, 193-205.

- Hayward, P.J. and Ryland, J.S. eds. 1995. **Handbooks of the Marine Fauna of North West Europe**. Oxford : Oxford University Press.
- Henderson, R.A. and Ross, D.J. 1995. "Use of macrobenthic infaunal communities in The monitoring and control of the impact of marine cage fish farming", **Aquaculture Research**. 26, 659-678.
- Hunter, W.D.R. 1969. **A Biology of higher invertebrates syracuse University and The marine Biological Laboratory**. The Macmillan company
Collier-Macmillan Limited, London.
- Hutchings, P. and Murray, A. 1984. "Taxonomy of Polychaetes from the Hawkesbury River and the Southern Estuaries of New South Wales, Australia", **Records of the Australian Museum**. Lowry, J.K. ed. Southwood Press Pty. Ltd.
- Imajima, M. and Hartman, O. 1964 . **The polychaetous annelids of Japan part I**. **Allan hancock foundation publication occasional paper number 26**. The university of southern California Press.
- Kikuchi, T. 1991. "Macrobenthic succession in the organically polluted waters and ecological characteristics of some pollution indicator species", In **Marine Biology Its Accomplishment and Future Prospect**, pp.145-163.
Mauchline, J. and Nemoto, T., eds. Tokyo : Hokusensha.
- Klemm, D. J. 1985. **A Guide to the Freshwater Annelida (Polychaeta, Naidid and Tubificid Oligochaeta, and Hirudinea) of North America**. Kendall/Hunt Publishing Company.
- Kuwabara, R. 1995. **The Coastal Environment and Ecosystem in Southeast Asia : Studies on The Lake Songkhla Lagoon system, Thailand**. Faculty of Bio-Industry, Tokyo. Tokyo University of Agriculture.
- Lardicci, C. and Rossi, F. 1998. "Detection of stress on macrozoobenthos : evaluation of some methods in a Coastal Mediterranean Lagoon", **Marine Environmental Research**, 45 : 367-386.
- Lindegaard, C. 1994. "The role of zoobenthos in energy flow in two shallow lakes", **Hydrobiologia**. 275/276, 313-322.
- Llanos, R. J. 1992. "Effects of hypoxia on estuarine benthos : The Lower Rappahannock River (Chesapeake Bay), a case study", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 35, 491-515.

- Long, B. G. and Poiner, I. R. 1994. "Infaunal benthic community structure and function in the Gulf of Carpentaria, Northern Australia", **Australian Journal Marine and Freshwater Resources**. 45, 293-316.
- Mann, K.H. 1980. "Benthic secondary production", In **Fundamentals of Aquatic Ecosystems**, pp. 103-188. Barnes, R.S.K. and Mann, K.H. eds. London : Blackwell Scientific Publication.
- Marques, J.C. ; Maranhao, P. and Pardal, M.A. 1992. "Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Portugal)", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 37, 403-419.
- Maurer, D. and Wigley, R. L. 1984. Biomass and density of macrobenthic invertebrates on the U.S. continental shelf of Martha's Vineyard, Massachusetts, in relation to environmental factors", **NOAA Technical Report NMFS SSRF**. 783, 1-19.
- McIntyre, A.D. ; Elliott, J.M. and Elliss, D.V. 1984. "Introduction : Design of sampling programs", In **Methods for the Study of Marine Benthos**, pp. 1-26. Holm, N.A. and McIntyre, A.D. eds. London : Blackwell Scientific Publications.
- Merilaeinen, J. J. 1988. "Meiobenthos in relation to macrobenthic communities in a low saline, partly acidified estuary, Bothnian Bay, Finland", **Annual Zoology Fenn**. 25, 277-292.
- Oyarzum, C. ; Carrasco, F. D. and Gallardo, V. A. 1987. "Some characteristics of macrobenthic fauna from the organic-enriched sediments at Talcahuana, Chile", **Cahiers de Biologie Marine**. 28 : 429-446.
- Page, A.L. ; Baker, D.E. and Keeney, D.R. 1982. **Methods of Soil Analysis**. 2nd. ed. American Society of Agronomy Soil Science Society of America. Wisconsin : Medison Inc.
- Prabhadevi, L. and Ayyakkannu, K. 1989. "Macrobenthos of the Buckingham Canal backwaters of Coleroon Estuary", **Journal of Marine Biology Associate India**. 31, 80-85.
- Quijón, P. and Jaramillo, E. 1993. "Temporal variability in the intertidal macroinfauna in the Queule River Estuary, South-Central Chile", **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 37, 655-667.

- Rakkheaw, S. 1994. "Water Quality", In **Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand**. pp. 12-34. Angsupanich, S. and Aruga, Y. eds. Nodai Center for International Programs, Tokyo. Tokyo University of Agriculture.
- Reid, R. N. ; Radosh, D. J. ; Frame, A. B. and Fromm, S. A. 1991. "Benthic macrofauna of the New York Bight, 1979-1989", **NOAA Technical Report NMFS SSRF.103**, 1-50.
- Rosenberg, R. 1976. "Benthic faunal dynamics during succession following pollution abatement in a Swedish Estuary", **Oikos**. 27, 414-427.
- Rosenberg, R. 1977. "Benthic macrofaunal dynamics, production, and dispersion in an oxygen deficient estuary of West Sweden", **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 26, 107-133.
- Ruppert, E. E. and Barnes , R.D. 1994. **Invertebrate Zoology** . 6th ed. , New York : Saunders College Publishing.
- Sirimontaporn, P. ; Nitithamyong, C. and Angsupanich, S. 1995. "The niche of fish and shellfish in Thale Sap Songkhla, southern Thailand", **Journal of The International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences**. 1, 40-55.
- Theede , H . ; Ponat , A . ; Hiroki, K . and Schlieper, M . 1969. " Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide ", **Marine Biology**. 2 : 325-337
- Trevor, J.H. 1976. "The borrowing activity of *Nephtys cirrosa* Ehlers (Annelida : Polychaete)", **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 24, 307-319.
- Walkley, A. and Black, I. A. 1934. "An examination of the pegtareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method", **Soil Science**. 37 : 29-38.
- Warren, L. M. 1984. "How intertidal polychaetes survive at low tide", In **Proceedings of The First International Polychaete Conference, Sydney**. pp.238-253. P. A. Hutchings. ed. The Linnean Society of New South Wales.
- Warwick, R. M. 1986. "A new method for detecting pollution effects on marine Macrobenthic communities", **Marine Biology**. 92, 557-562.
- Warwick, R. M. and Clarke, K. R. 1991. "A comparison of some methods for

Analysing changes in benthic community structure", **Journal of Marine Biology Associates**. 71, 225-244.

Wass M. L. 1967. "Biological and physiological basis of indicator organism and communities", In **Pollution and Marine Ecology**. pp. 271-281. Olsen, T.A. and Burgess, F.J. eds. Wiley, London.

Wu, R.S.S. 1982. "Periodic defaunation and recovery in a subtropical epibenthic community in relation to organic pollution", **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 64, 253-269.

Yamaguchi, Y. 1995. " Ecological characteristics and phytoplankton dynamics of lagoonal lake, Thale Sap Songkhla, Thailand ", In **The Coastal Environment and Ecosystem in Southeast Asia : studies on The Lake Songkhla Lagoon system, Thailand**, pp.49-71. Kuwabara, R. ed. Tokyo. Faculty of Bio-Industry, Tokyo University of Agriculture.

Yokokawa, T. 1984. **Report on aquaculture Ground Survey of Songkhla Lake**. National Institute of Coastal Aquaculture, Songkhla, Thailand.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ภาพอุปกรณ์

ผนวก 1. เครื่องมือและอุปกรณ์ภาคสนาม



(ก) เรือสำรวจ



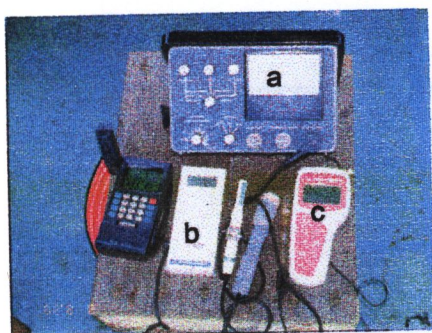
(ข) Tamura's grab



(ค) ตะแกรง



(ง) เครื่องมือหาตำแหน่ง (GPS)



(จ) เครื่องมือวิเคราะห์น้ำ

- a : เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ
- b : เครื่องมือวัดความเค็ม
- c : เครื่องมือวัดพีเอช

ภาคผนวก ข. เปรียบเทียบความคล้ายคลึงของแต่ละสถานีและเดือน

ผนวก 2. ตารางเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของแอนเนลิตในเชิงสถานี (%)

สถานี	1	2	3	4	5	6	7	8
2	75.555							
3	76.618	76.265						
4	60.080	65.267	64.881					
5	53.010	57.566	60.326	67.558				
6	49.766	50.703	55.779	57.838	61.928			
7	65.190	65.851	66.901	64.531	59.815	64.790		
8	66.210	66.348	71.456	68.577	61.840	62.333	73.497	
9	56.796	60.100	63.477	57.666	54.373	65.019	66.644	66.287

ผนวก 3. ตารางเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของแอนเนลิตในเชิงเวลา (%)

เดือน	เมษายน	มิถุนายน	สิงหาคม	ตุลาคม	ธันวาคม
มิถุนายน	61.021				
สิงหาคม	52.505	76.512			
ตุลาคม	46.647	67.339	78.178		
ธันวาคม	45.296	56.810	62.811	68.904	
กุมภาพันธ์	39.075	53.803	49.016	52.659	63.870

ภาคผนวก ค.ทดสอบความคล้ายคลึงภายในและภายนอกกลุ่ม

ผนวก 4. ANOSIM ของความคล้ายคลึงกันของแต่ละสถานี ONE-WAY ANOSIM

Sample statistic (Global R): 0.212 PAIRWISE TESTS

Groups	Stat	Possible	Permutations	Significant	Significance
Used	Value	Permutations	Used	Statistics	Level
(1, 2)	-0.007	462	462	235	50.9%
(1, 3)	-0.044	462	462	306	66.2%
(1, 4)	0.167	462	462	43	9.3%
(1, 5)	0.285	462	462	3	0.6%
(1, 6)	0.654	462	462	1	0.2%
(1, 7)	0.424	462	462	2	0.4%
(1, 8)	0.283	462	462	15	3.2%
(1, 9)	0.315	462	462	5	1.1%
(2, 3)	-0.096	462	462	386	83.5%
(2, 4)	0.054	462	462	118	25.5%
(2, 5)	0.217	462	462	5	1.1%
(2, 6)	0.726	462	462	1	0.2%
(2, 7)	0.285	462	462	15	3.2%
(2, 8)	0.096	462	462	95	20.6%
(2, 9)	0.161	462	462	36	7.8%
(3, 4)	0.107	462	462	71	15.4%
(3, 5)	0.194	462	462	17	3.7%
(3, 6)	0.565	462	462	1	0.2%
(3, 7)	0.137	462	462	55	11.9%
(3, 8)	-0.048	462	462	286	61.9%
(3, 9)	0.167	462	462	30	6.5%
(4, 5)	0.013	462	462	183	39.6%
(4, 6)	0.478	462	462	1	0.2%
(4, 7)	0.094	462	462	89	19.3%
(4, 8)	0.007	462	462	202	43.7%
(4, 9)	0.215	462	462	22	4.8%
(5, 6)	0.302	462	462	3	0.6%
(5, 7)	0.200	462	462	21	4.5%
(5, 8)	0.109	462	462	61	13.2%
(5, 9)	0.209	462	462	16	3.5%
(6, 7)	0.213	462	462	29	6.3%
(6, 8)	0.411	462	462	5	1.1%
(6, 9)	0.370	462	462	1	0.2%
(7, 8)	0.002	462	462	213	46.1%
(7, 9)	0.278	462	462	12	2.6%
(8, 9)	0.067	462	462	128	27.7%

NB: The significance levels in the pairwise tests are NOT adjusted to allow for multiple comparisons

ผนวก 5. ANOSIM ของความคล้ายคลึงกันของแต่ละเดือน ONE-WAY ANOSIM

Sample statistic (Global R): 0.533

PAIRWISE TESTS

Groups	Stat	Possible	Permutations	Significant	Significance
Used	Value	Permutations	Used	Statistics	Level
(1, 2)	0.428	2.431D+04	5000	0	0.0%
(1, 3)	0.642	2.431D+04	5000	0	0.0%
(1, 4)	0.751	2.431D+04	5000	0	0.0%
(1, 5)	0.758	2.431D+04	5000	1	0.0%
(1, 6)	0.593	2.431D+04	5000	0	0.0%
(2, 3)	0.088	2.431D+04	5000	665	13.3%
(2, 4)	0.571	2.431D+04	5000	1	0.0%
(2, 5)	0.607	2.431D+04	5000	0	0.0%
(2, 6)	0.711	2.431D+04	5000	0	0.0%
(3, 4)	0.354	2.431D+04	5000	5	0.1%
(3, 5)	0.624	2.431D+04	5000	0	0.0%
(3, 6)	0.776	2.431D+04	5000	0	0.0%
(4, 5)	0.416	2.431D+04	5000	2	0.1%
(4, 6)	0.739	2.431D+04	5000	0	0.0%
(5, 6)	0.300	2.431D+04	5000	1	0.0%

NB: The significance levels in the pairwise tests are NOT adjusted to allow for multiple comparisons.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์	
วัน เดือน ปีเกิด	11 ธันวาคม 2511	
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาลัยครุนครปฐม	พ.ศ. 2536
(เทคโนโลยีการเกษตร)		